جمهوری اسلامی ایران

وزارت نفت

اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

راهنمای الزامات HSE

در عملیات لایروبی مخازن هیدروکربنی روزمینی

MOP-HSE-Gl-204(1)

محل درج مهر اعتبار		

فرم مشخصات سند :

عنوان سند: راهنمای الزامات HSE در عملیات لایروبی مخازن هیدروکربنی روزمینی			
شناسه سند: MOP-HSE-Gl-204(1)			
تاریخ	**شماره ویرایش**	**تعداد صفحات**	**شرح**
۱۴۰۴/۰۶/۱۸	یک	۵۵	ابلاغ جهت اجرا

فرم تصویب مستندات اداره کل HSE وزارت نفت

تهیه کننده: معاونت ایمنی و آتش‌نشانی

عنوان سند : راهنمای الزامات HSE در عملیات لایروبی مخازن هیدروکربنی روزمینی	شماره سند: MOP-HSE-Gl-204 شماره بازنگری: یک

تاریخ/ امضا

بررسی: کمیته تخصصی

شرکت ملی نفت	شرکت ملی گاز	شرکت ملی پالایش و پخش	شرکت ملی صنایع پتروشیمی	وزارت نفت
	۱۴۰۳/۱۱/۲۴	۱۴۰۳/۱۱/۲۴	۱۴۰۳/۱۱/۲۴	

کنترل : برنامه‌ریزی و ارزیابی عملکرد HSE

تاریخ/ امضا

تصویب: شورای مدیران HSE

شرکت ملی نفت	شرکت ملی گاز	شرکت ملی پالایش و پخش	شرکت ملی صنایع پتروشیمی	وزارت نفت

تاریخ تصویب سند : ۱۴۰۴/۵/۱۳

MOP-HSE-Fo-001(1)

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- هدف	۴
۲- دامنه کاربرد و محدوده تأثیر	۴
۳- مسئولیت‌ها و ضمانت اجرا	۴
۴- الزامات و مستندات مرجع	۵
۵- تعاریف	۵
۶- اقدامات	۷
۶-۱- سازماندهی	۷
۶-۲- مستندات	۸
۶-۳- مدیریت ریسک	۱۰
۶-۴- مدیریت شرایط اضطراری	۱۲
۶-۵- مدیریت پساب و پسماند	۱۲
۶-۶- مراحل لایروبی و تخلیه لجن مخازن	۱۳
۷- پیوست‌ها	۲۴
۷-۱- عاری‌سازی داخل مخزن از بخارات/ گازها و گاززدایی	۲۴
۷-۲- منابع و مآخذ	۵۵

۱- هدف

هدف از تدوین این راهنما، تعیین حداقل ضوابط HSE و پیش‌بینی تمهیدات لازم در عملیات لایروبی مخازن به منظور اطمینان از اجرای صحیح و ایمن عملیات و هماهنگی واحدهای ذی‌ربط، جهت کنترل ریسک در حد قابل قبول و پیشگیری از وقوع حوادث شغلی و فرایندی است.

۲- دامنه کاربرد و محدوده تأثیر

مفاد این راهنما، باید در مراحل طرح‌ریزی، اجرا و کنترل عملیات لایروبی در مخازن اتمسفریک روزمینی مخصوص نگهداری مواد هیدروکربنی (با فشار حداکثر psig ۱۵) در تمامی شرکت‌های اصلی، فرعی، مناطق عملیاتی و تأسیسات تابعه و شرکت‌های واگذار شده به بخش غیردولتی باتوجه به مسئولیت‌ها و اختیارات تعریف‌شده، رعایت شود.

این راهنما در موارد زیر کاربرد ندارد:

- ✓ مخازن تحت‌فشار و ظروف تحت‌فشار با فشارکاری بیش از psig ۱۵،
- ✓ ظروف و مخازن تحت فشار سیستم‌های برودتی و سرماسازی،
- ✓ ظروف و مخازنی که تحت‌فشار خلأ نگهداری می‌گردند،
- ✓ ظروف فرایندی،
- ✓ مخازن ذخیره زیرزمینی،
- ✓ مخازن نگهداری اسیدها و مواد شیمیایی.

۳- مسئولیت‌ها و ضمانت اجرا

- ✓ بازنگری، به‌روزرسانی و تجدیدنظر مفاد این راهنما، بر عهده اداره کل HSE وزارت نفت است.
- ✓ مسئولیت طرح‌ریزی، هماهنگی و نظارت بر حسن اجرای این راهنما، بر عهده مدیریت HSE شرکت‌های اصلی است.
- ✓ سازمان‌های مشمول این سند مطابق بند (۲)، موظف به طرح‌ریزی، استقرار و اجرای این راهنما و تهیه مستندات تکمیلی شامل رویه‌های اجرایی، دستورالعمل‌های کاری در چهارچوب آن می‌باشند.

۴- الزامات و مستندات مرجع

- ✓ راهنمای استقرار و توسعه نظام مدیریت بهداشت، ایمنی، محیط‌زیست در صنعت نفت، ابلاغ شده طی نامه شماره ۳۸۴۳-۲۸/۱ مورخ ۸۱/۱۲/۲۴،
- ✓ راهنمای جداسازی (ایزولاسیون) تاسیسات و تجهیزات فرایندی به شماره MOP-HSE-Gl-206،
- ✓ راهنمای نظام پروانه‌های کار در صنعت نفت به شماره MOP-HSE-Gl-200،
- ✓ راهنمای ورود به فضای بسته در صنعت نفت به شماره MOP-HSE-Gl-202،
- ✓ راهنمای مدیریت پسماند در سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی، محیط زیست وزارت نفت به شماره MOP-HSE-Gl-301.
- ✓ راهنمای طبقه‌بندی و کدگذاری پسماند در سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست وزارت نفت به شماره MOP-HSE-Gl-302.
- ✓ راهنمای گزارش‌دهی فرایند مدیریت پسماند وزارت نفت به شماره MOP-HSE-Gl-303.
- ✓ راهنمای تعیین گروه‌های ناسازگاری پسماند وزارت نفت به شماره MOP-HSE-Gl-304.
- ✓ راهنمای انتخاب ظروف و مظروف کردن پسماند وزارت نفت به شماره MOP-HSE-Gl-305.
- ✓ راهنمای برچسب‌گذاری ظروف پسماند وزارت نفت به شماره MOP-HSE-Gl-306.

۵- تعاریف

فشار اتمسفریک (Atmospheric Pressure): اصطلاح فشار اتمسفریک برای مخازنی استفاده می‌شود که تحمل فشار داخلی Ibf/in^2 ۲٫۵ و کمتر را دارا باشد.

مخازن کم فشار(Low Pressure Storage Tanks): این مخازن برای ذخیره‌سازی گازهای هیدروکربنی مایع شده و محصولات سردشده در فشارهای نسبتاً کم استفاده می‌شود. این مخازن ممکن است از نوع مخازن یک جداره، مخازن عایق یا مخازن دوجداره متشکل از یک مخزن داخلی برای ذخیره مایع سرد و یک مخزن بیرونی با فضای عایق (که معمولاً فشار گاز کمتری دارد) در اطراف مخزن داخلی، باشد.

مخازن نگهداری (Conservation Tanks): این مخازن برای نگهداری فرآورده‌های نفتی مایع، مانند بنزین (سوخت) هواپیما با اکتان بالا، که به آسانی در دمای محیط تبخیر می‌شوند، طراحی شده‌اند. هنگامی که دما کاهش می‌یابد، بخار با اتلاف کم یا بدون اتلاف بخار به محصول مایع برمی‌گردد (کندانس می‌شود). این مخازن در انواع Wet seal lifter tank و Flexible diaphragm tank و Breather balloon tank می‌باشند.

مخازن خیلی بزرگ (Very Large Tanks): مخازن با گنجایش چند صد هزار بشکه‌ای که معمولاً دارای قطر بیش از ۶۰ متر هستند.

مخازن سقف ثابت (Fixed Roof Tanks): مخازن روزمینی دارای سقف ثابت خارجی از نوع گنبدی یا مخروطی که با/ بدون ساپورت[1] داخلی است.

مخازن سقف شناور (Floating Roof Tanks): ظروف ذخیره اتمسفریک عمودی و روزمینی با سقف شناور داخلی یا خارجی که در انواع زیر است:

مخازن سقف شناور خارجی (Open-Top/External Floating Roof Tanks): مخازنی که سقف آن‌ها روی سیال داخل مخزن شناور است.

مخازن سقف شناور خارجی پوشیده (Covered Open-Top Floating Roof Tanks): مخازن سقف شناور خارجی که مجهز به پوشش دایمی (گنبد میله‌ای یا سایر وسایل محافظتی هوا) متصل بالای مخزن است.

مخازن سقف شناور داخلی (Internal Floating Roof Tanks): مخازنی که علاوه بر سقف شناور به یک سقف ثابت هم مجهز هستند.

مایع قابل احتراق (Combustible Liquid): مایعی که نقطه اشتعال آن ۳۷٫۸ درجه سانتی‌گراد یا بالاتر باشد. مایعات قابل احتراق به دو کلاس II و III تقسیم می‌شوند. کلاسII (هر مایعی که نقطه اشتعال برابر یا بالای ۳۷٫۸ و کمتر از ۶۰ درجه سانتی‌گراد دارد) و کلاسIII (هر مایعی که نقطه اشتعال برابر یا بالای ۶۰ درجه سانتی‌گراد دارد). کلاس IIIA (هر مایعی که نقطه اشتعال برابر یا بالای ۶۰ و کمتر از ۹۳ درجه سانتی‌گراد دارد). کلاس IIIB (هر مایعی که نقطه اشتعال برابر یا بالای ۹۳ درجه سانتی‌گراد دارد).

مایع قابل اشتعال (Flammable Liquid): مایعی که نقطه اشتعال آن پایین‌تر از ۳۷٫۸ درجه سانتی‌گراد باشد و فشار بخار آن در ۳۷٫۸ درجه‌ی سانتی‌گراد از ۴۰psi مطلق فراتر نرود. مایعات قابل اشتعال در کلاس I طبقه‌بندی می‌شوند. کلاس I مایعات، خود به سه دسته کلاس IA (مایعاتی که نقطه اشتعال آن‌ها کمتر از ۲۲٫۸ درجه سانتی‌گراد و نقطه جوش آن‌ها کمتر از ۳۷٫۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد)، کلاس IB (مایعاتی هستند که نقطه اشتعال آن‌ها زیر۲۲٫۸ درجه سانتی‌گراد و نقطه جوش آن‌ها برابر یا بالاتر از ۳۷٫۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد) و کلاس IC (مایعاتی هستند که نقطه اشتعال آنها برابر یا بالای ۲۲٫۸ درجه اما کمتر از ۳۷٫۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد).

لایروبی: کل عملیات استحصال، جمع‌آوری، امحاء و تعیین تکلیف لجن‌های جمع شده در مخازن می‌باشد. عملیات لایروبی به منظور جلوگیری از زنگ‌زدگی و فرسودگی جداره‌های تحتانی و کف مخازن و کاهش کیفیت مواد نفتی و همچنین پیشگیری از نفوذ لجن در لوله‌های خروجی مخازن، پمپ‌ها و در نهایت آمادگی مخازن برای نگهداری ترکیبات هیدروکربنی مورد نظر می‌باشد.

[1] support

لجن: به پسماندهای جامد و نیمه جامدی گفته می‌شود که به مرور زمان در کف مخازن فرآورده‌های نفتی ته‌نشین می‌شود و باید به صورت دوره ای به منظور دفع جمع‌آوری گردد. عمده مواد تشکیل‌دهنده لجن‌ها، برش‌های سنگین نفتی، مخلوطی از هیدروکربن‌ها، برخی مواد به‌جامانده از رنگ‌آمیزی، سولفید آهن پیروفوریک [1] ، زنگ آهن یا سایر ناخالصی هاست. این لجن ممکن است دارای خصوصیات خطرناک نظیر اشتعال‌پذیری، سمیت، واکنش زایی یا خورندگی باشد.

عاری سازی گاز و بخار[2]: حذف بخارات و گازهای قابل اشتعال یا سمی از مخزن با جابجایی[3] یا کاهش غلظت بخار و گاز در اتمسفر داخلی مخزن به سطح ایمن از طریق رقیق‌سازی[4] با هوا.

گاززدایی[5]: جمع‌آوری و حتی الامکان تصفیه[6] بخارات و گازهای حذف شده از داخل مخزن یا ظرف فرایندی برای جلوگیری یا کاهش مقدار مواد آلی فرار[7] منتشر شده به اتمسفر حین عملیات عاری‌سازی بخار و گاز.

۶- اقدامات

۶-۱- سازماندهی

به منظور طرح‌ریزی قبل از انجام عملیات لایروبی مخازن، باید کارگروهی متشکل از مدیریت‌های مرتبط (از جمله بهره‌برداری، عملیات، مهندسی فرایند، بازرسی‌فنی، HSE و ...) تشکیل شود. وظایف اعضای کارگروه به شرح زیر می‌باشد:

- ✓ بررسی مستندات، مدارک طراحی و ساخت، تعمیر و نگهداری مخازن و حصول اطمینان از سلامت تجهیزات مرتبط با عملیات،
- ✓ پیش‌بینی تجهیزات و منابع مورد نیاز،
- ✓ برآورد میزان تقریبی و درصد ترکیب لجن درون مخزن،
- ✓ ارزیابی ریسک و نحوه کنترل وضعیت‌های اضطراری،

[1] pyrophoric iron sulfide
[2] vapor and gas freeing
[3] displacement
[4] dilution
[5] degassing
[6] treating
[7] Volatile organic compounds

- ✓ تعیین مراحل و برنامه زمانبندی لایروبی (از طریق اتصالات ثابت بدون نیاز به بازکردن مخزن/ بازکردن دریچه‌های آدم‌رو، ورود به مخزن و تخلیه محتویات و تمیزکاری داخل آن) با توجه به امکانات موجود و ریسک‌های عملیاتی،
- ✓ پیش بینی میزان، نوع و مشخصات پساب/پسماند تولیدی و تدارک امکانات و تمهیدات لازم برای آنالیز/تصفیه/ذخیره/انتقال/نگهداری/دفع آن
- ✓ تعیین مسئولیت‌های اجرایی،
- ✓ تهیه دستورالعمل لایروبی مخازن با توجه به تخصص و شرح وظایف هر یک از اعضا،
- ✓ مستندسازی عملیات و فرایند لایروبی مخزن به منظور بهره‌برداری در فعالیت‌های آتی،
- ✓ شرکت در جلسات هماهنگی، پیش از شروع عملیات به منظور بررسی نحوه اجرای عملیات، بررسی خطرات و ریسک‌های مرتبط با آن و تعیین کنترل‌ها، پیش‌نیازها و ملزومات مورد نیاز در این جلسات، مرور و بررسی شبه حوادث، حوادث و تجربیات ناشی از لایروبی‌های گذشته به منظور مدیریت دانش درس‌آموخته‌ها و عدم تکرار اشتباهات و اشتراک گذاری اطلاعات به طور مناسب بین افراد که دارای نقش و مسئولیت در عملیات می باشند.

۶-۲- مستندات

۶-۲-۱- مستندات فنی

اسناد طراحی و ساخت مخزن بر اساس استاندارد، تعمیر، نگهداری و بهره‌برداری مخزن حاوی لجن، باید در قالب مستندات فنی/ عملیاتی در نظر گرفته شود. اهم این موارد عبارتند از:

- ✓ ابعاد و گنجایش مخزن، نقشه مکانیکال داخل مخزن، نوع سقف مخزن (سقف ثابت یا سقف شناور)،
- ✓ نوع سیال درون مخزن و برآورد تقریبی مقدار لجن و خصوصیات و درجه خطر آن،
- ✓ تعداد و قطر دریچه‌های ورودی[1] به داخل مخزن جهت تعیین بهترین و موثرترین مسیر تهویه داخل مخزن.

۶-۲-۲- دستورالعمل عملیات ایمن(SOP)[2]

برای انجام عملیات لایروبی هر مخزن، باید بر اساس الزامات این راهنما، دستورالعمل عملیات ایمن خاص آن با توجه به شرایط و خطرات متناظر، تدوین گردد.

---

[1] manway
[2] Safe Operating Procedures

دستورالعمل عملیات ایمن لایروبی مخزن بستگی به عوامل متعددی، از جمله نوع مخزن (سقف ثابت، سقف شناور داخلی یا خارجی)، نوع سیال درون مخزن، ترکیب و میزان لجن برآوردی درون مخزن، روش تخلیه لجن و لایروبی مخزن، تجهیزات مورد نیاز، نحوه و الزامات ورود نفرات به مخزن دارد. برای هر عملیات لایروبی، باید دستورالعمل عملیات ایمن توسط مسئول اجرای کار با همکاری، نظارت و تأیید نهایی کارگروه، تهیه و به عنوان مدارک لایروبی، نگهداری شده و در دسترس باشد.

دستورالعمل عملیات ایمن لایروبی باید به گونه‌ای باشد که تمهیدات لازم برای جلوگیری از وقوع انفجار و آتش‌سوزی و همچنین آسیب به افراد حین ورود به مخزن و فعالیت درون آن را، به وضوح مشخص نماید.
عملیات تخلیه و مظروف کردن لجن باید به گونه ای طرح‌ریزی شود که از ریزش و تخلیه لجن در محوطه اجتناب شود. در صورت ریزش باید تمهیدات مناسب برای جمع‌آوری لجنها پیش بینی شده و از شستشوی آن پرهیز شود.
علاوه بر موارد عنوان شده در این راهنما، موارد مرتبط به شرح زیر نیز باید در دستورالعمل عملیات ایمن لایروبی درنظرگرفته شود (محدود به این موارد نبوده و متناسب با نتایج ارزیابی ریسک و شرایط عملیاتی سایر موارد باید در نظر گرفته شوند):

- ✓ شرح وظایف افراد دارای مسئولیت در عملیات،
- ✓ روش از سرویس خارج‌کردن و جداسازی مخزن از خطوط لوله و اتصالات مرتبط با آن، براساس راهنمای ایزولاسیون تجهیزات فرایندی به شماره MOP-HSE-Gl-206 ،
- ✓ درصد ترکیبات لجن موجود و برآورد میزان آن،
- ✓ نحوه عاری سازی بخار/ گاز، گاززدایی، پاکسازی[1] و تهویه فضای داخلی مخزن به منظور ایمن نمودن شرایط جهت ورود افراد به داخل مخزن،
- ✓ نوع مایع مورد استفاده جهت رقیق‌سازی لجن، میزان مورد نیاز و نحوه بکارگیری آن در روش‌های سیستم بسته/ سیستم باز،
- ✓ تعیین محل تزریق و تخلیه سیال رقیق‌کننده داخل مخزن، تجهیزات مورد نیاز،
- ✓ تعیین شرایط، صلاحیت کاری، فنی و جسمانی نفرات جهت ورود به مخزن،
- ✓ نحوه ورود به مخزن پس از گاززدایی و ایمن‌سازی،
- ✓ تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای انجام عملیات لایروبی مخزن (دمنده، مکنده، پمپ و ...)،

[1] purging

- ✓ وضعیت‌های اضطراری محتمل، نحوه اقدام، تجهیزات و امکانات امداد و نجات و آتش‌نشانی مورد نیاز،
- ✓ نحوه برقراری ارتباط بین افراد،
- ✓ اقدامات لازم برای پیشگیری از شعله‌ور شدن لجن، مواد و رسوبات خود اشتعال در داخل و خارج مخزن،
- ✓ سایر ملاحظات و موارد احتیاطی بهداشتی، ایمنی و زیست‌محیطی مرتبط با عملیات،
- ✓ البسه و وسایل حفاظت فردی مورد نیاز جهت استفاده در هنگام ورود و فعالیت درون مخزن،
- ✓ نحوه حذف / کنترل منابع تولید حرارت و جرقه،
- ✓ الزامات ورود به فضای بسته مطابق راهنمای MOP-HSE-Gl-202،
- ✓ لزوم انجام کلیه فعالیت‌ها تحت سیستم پروانه‌های کار.

بدیهی است اطمینان از ایمن بودن روش انجام لایروبی بر عهده **کارگروه لایروبی** و مسئولیت انجام ایمن عملیات لایروبی با نظارت مدیریت‌های مرتبط با توجه به شرح وظیفه از پیش تعیین شده، بر عهده **مسئولین انجام عملیات لایروبی (مسئول محوطه و مسئول اجرای کار)** می‌باشد.

۶-۳- مدیریت ریسک (شناسایی خطرات، ارزیابی ریسک)

مخازن ذخیره‌سازی اتمسفریک سقف ثابت و شناور، پتانسیل یک یا چند مورد از خطرات زیر را در طی مراحل آماده‌سازی مخزن[۱]، از سرویس خارج کردن[۲]، ورود[۳]، عاری کردن از بخار و گاز، گاززدایی، تهویه[۴]، آزمایش[۵]، بازرسی[۶]، تمیز کردن[۷]، تعمیر[۸] و راه‌اندازی مجدد[۹]، دارند:

- ✓ کمبود یا غنی شدن اکسیژن
- ✓ آتش‌سوزی یا انفجار
- ✓ قرار گرفتن در معرض مواد سمی
- ✓ خطرات فیزیکی
- ✓ خطرات روانی و فیزیولوژیکی مانند ترس از فضای بسته، استرس گرمایی و سرمایی
- ✓ کاهش روشنایی و محدودیت دید در هنگام انجام فعالیت درون مخزن

---

[1] preparation
[2] decommissioning
[3] entry
[۴] Ventilating
[5] testing
[6] inspection
[7] cleaning
[8] repair
[9] recommissioning

- ✓ آلودگی محیط، آب و خاک

در شناسایی خطرات، ارزیابی و کنترل ریسک (مدیریت ریسک)، ریسک‌های عملیات به صورت جامع بررسی گردد و خطرات مرتبط با فرایند، شغل، محیط و شرایط (از جمله خطرات فوق) جهت تعیین اقدامات کنترلی مورد نیاز در نظر گرفته شود. اسناد ارزیابی ریسک باید مستند باشد و اقدامات پیشگیرانه و کنترلی منتج از این فرایند، ریسک را تا حد قابل قبول کاهش دهد. همچنین لازم است همه افراد مرتبط و حاضر در این عملیات از خطرات و ریسک‌های متناظر، مطلع و آگاه باشند و مسئول اجرای کار، پیش از مدیریت ریسک‌ها و اطمینان از اقدامات کنترلی لازم و کافی، مجاز به شروع عملیات نمی‌باشد. ارزیابی ریسک باید شامل موارد اساسی زیر باشد:

- ✓ اطلاع و برآورد کامل از شرایط مخزن و تجهیزات لایروبی،
- ✓ آخرین عملیات لایروبی مخزن،
- ✓ بررسی سوابق و مستندات تعمیرات و نگهداری و بازرسی‌فنی جهت تعیین سلامت و قابلیت اطمینان تجهیزات، به خصوص سقف شناور و پایه‌های زیرین آن،
- ✓ بررسی و ارزیابی سوابق گزارشات تحلیلی حوادث و شبه حوادث رخ داده در حین انجام عملیات لایروبی مخزن،
- ✓ بررسی روش تخلیه و دستورالعمل عملیات ایمن اجرا شده قبلی لایروبی آن مخزن و میزان موفقیت آن،
- ✓ مهارت و صلاحیت نفرات،
- ✓ انجام سایر عملیات ضروری روی مخزن هم‌زمان با لایروبی،
- ✓ الزامات مرتبط با حذف منابع جرقه از جمله ATEX[1]،
- ✓ خطرات سیال و لجن درون مخزن و ریسک آن برای افراد،
- ✓ نوع پسماند/ آلودگی لجن ناشی از لایروبی و تمهیدات لازم برای حفاظت نفرات، محیط‌زیست و تاسیسات و مدیریت پسماند تا مبادی ذیربط،
- ✓ مدیریت شرایط اضطراری در صورت وقوع آتش‌سوزی/ انفجار ، ریزشهای احتمالی، گیر افتادن افراد درون مخزن، امکان حضور نیروهای امدادی،
- ✓ ارتباط بین نفرات (تجهیزات لازم، امکان تماس و ...)،

[1] ATmospheres EXplosibles

- ✓ در نظر گرفتن ریسک مضاعف انجام نشدن عملیات لایروبی مخزن طی سالیان اخیر یا از ابتدای بهره‌برداری، مطابق برنامه عملیاتی مدون،
- ✓ نوع، میزان و خطرات سیال مورد استفاده جهت رقیق‌سازی لجن درون مخزن.

در خصوص خطرات مخازن ذخیره‌سازی هیدروکربنی اتمسفریک هنگام ورود و تمیزکاری، به API RP 2016 مراجعه شود.

۶-۴- مدیریت شرایط اضطراری

لازم است با استفاده از روش‌های علمی شناخته شده و معتبر، سناریوهای شرایط اضطراری معتبر عملیات لایروبی، استخراج و برای هر یک از آن‌ها طرح اقدام در شرایط اضطراری تهیه شود. برخی از سناریوهای معتبر که باید برای آن طرح اقدام تدوین شود، به شرح زیر می‌باشد (محدود به این موارد نیست):

- ✓ مواجهه بیش از حد مجاز افراد با مواد سمی و خطرناک،
- ✓ صدمه یا بیماری افراد وارد شده به مخزن،
- ✓ گیر افتادن افراد وارد شده به مخزن در شرایط وقوع حریق و انفجار و وجود اتمسفر سمی،
- ✓ انتشار گاز و بخار در خارج از مخزن،
- ✓ خطر برق‌گرفتگی،
- ✓ آلودگی و تخریب محیط‌زیست،
- ✓ سایر شرایط اضطراری ناشی از سیال درون مخزن و سایر مواد مورد استفاده جهت عملیات لایروبی.

در طرح‌های اقدام باید مواردی نظیر تجهیزات و امکانات امداد و نجات و آتش‌نشانی مورد نیاز (مانند خودرو آتش‌نشانی، آمبولانس و ...)، نحوه فراهم نمودن آن‌ها، راهکارهای اقدام و نحوه انجام هماهنگی‌های مورد نیاز تعیین شود.

افراد دارای نقش و مسئولیت در عملیات، باید از نحوه مدیریت شرایط اضطراری مطلع باشند و در جلسات هماهنگی پیش از شروع عملیات، مسئول اجرای کار، علاوه بر مرور عملیات و خطرات آن، نسبت به آگاه بودن کارکنان، از وظایف و اقدامات کنترلی برای مدیریت شرایط اضطراری، اطمینان حاصل نماید.

۶-۵- مدیریت پساب و پسماند

قبل از انجام هرگونه عملیات لایروبی، باید فرایند مناسبی جهت مدیریت صحیح پسابهای ناشی از عملیات لایروبی (مانند خنثی‌سازی مواد شیمیایی موجود در پساب) در نظر گرفته شود و با انجام نمونه‌برداری و

آنالیز، کیفیت پساب مورد ارزیابی قرار گرفته و در صورت نیاز مورد تصفیه تکمیلی قرار گیرد. در هر صورت باید ازتخلیه پساب خارج از حدود مجاز محیط زیستی به محیط زیست اجتناب شود.

رسوبات و لجن‌های استحصالی به هیچ وجه نباید بر روی زمین ریخته، دفن یا رها گردند. رسوبات و لجن-های استحصالی که به عنوان پسماند ناشی از عملیات لایروبی تلقی میشوند، باید بر اساس الزامات مدیریت پسماند در راهنماهای شش گانه‌ی ابلاغ شده (MOP-HSE-Gl-301 تا MOP-HSE-Gl-306)، از نظر درجه خطر و فرم فیزیکی/شیمیایی شناسایی، طبقه بندی و کد دهی شده و در ظروف مناسب مظروف شوند. سپس تا تعیین تکلیف نهایی در محل نگهداری موقت به طور اصولی نگهداری شوند. تعیین تکلیف نهایی لجن های حاصله، پس از اظهار در سامانه جامع مدیریت پسماند سازمان حفاظت محیط زیست و از طریق پیمانکاران و شرکت های ذیصلاح معرفی شده در این سامانه انجام می شود.

۶-۶- مراحل لایروبی و تخلیه لجن مخازن

روش‌های غیرتهاجمی[1] (روش‌های بدون نیاز به ورود کارگران به داخل مخزن) برای حذف حداکثری محصول سنگین و لجن باقیمانده درون مخزن قبل از ورود کارگران به داخل مخزن، تعیین و اجرا شود. این روش موجب کاهش ریخت و پاش لجن به محیط و همچنین پیشگیری از انتشار گازهای متصاعد شده به اتمسفر می‌شود. از طرفی احتمال خطر آتش‌سوزی و مواجهه افراد را با مواد سمی در هنگام باز کردن و ورود به مخزن، کاهش می‌دهد. در خصوص لایروبی و تخلیه لجن مراحل زیر به ترتیب به کار گرفته می‌شوند:

الف- از طریق اتصالات ثابت بدون نیاز به بازکردن مخزن[2]

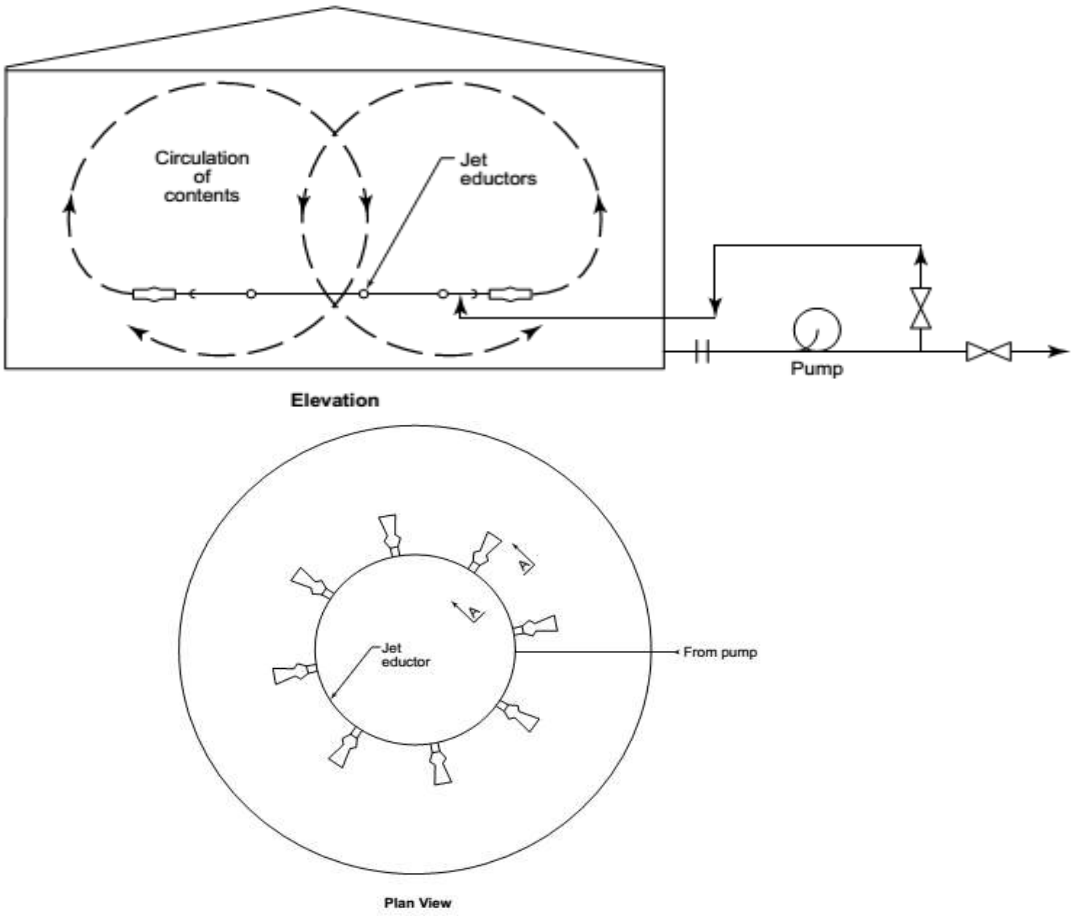
حذف مواد سنگین‌تر از طریق اتصالات ثابت بدون باز کردن مخزن، با استفاده از حلال‌ها، رقیق‌کننده‌ها و مواد شیمیایی خاص، شستشوی گرم، بازچرخش جریان[3]، هم‌زدن[4] و سایر روش‌های روان‌کردن[5] و جداکردن لجن[6]، می‌تواند شرایط را به نحوی تسهیل کند که لجن‌ها به راحتی از داخل مخزن پمپاژ شود.

گرم کردن، بازچرخش جریان یا هم‌زدن ممکن است برای افزایش روان‌روی لجن سنگین غیرقابل بازیافت و مواد باقیمانده استفاده شود.

---

[1] noninvasive
[2] removal using fixed connections
[3] circulation
[4] agitation
[5] loosening
[6] breaking up

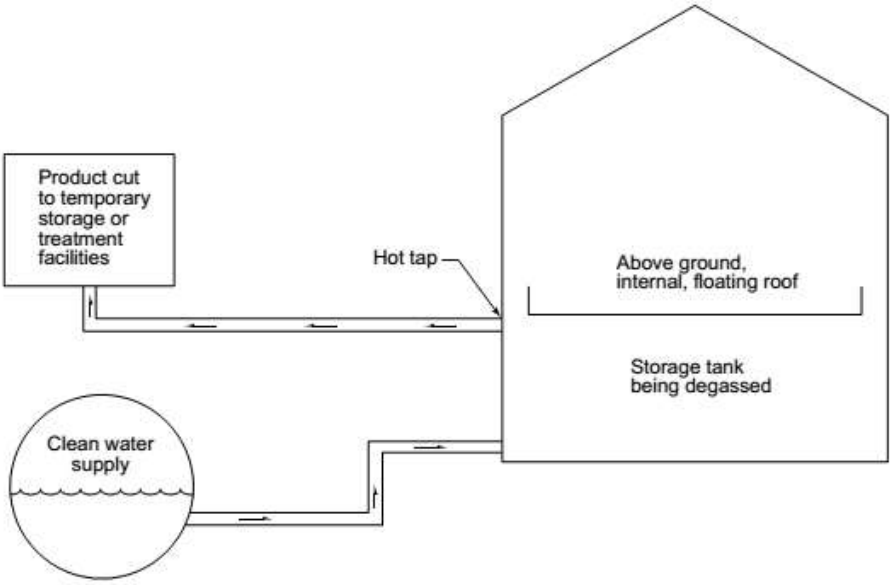
سطح سیال درون مخزن همواره باید بالاتر از سطح گرمکن‌ها[1] و همزن‌های[2] داخلی باشد، در غیر این‌صورت ممکن است گرمکن‌ها و همزن‌ها بیش از حد گرم شده و به منبع اشتعال تبدیل شوند. شکل شماره (۱) نمونه ای از الگوهای مورد استفاده برای هم‌زدن مخزن را نشان می‌دهد.



شکل شماره (۱)- نمونه ای از بکارگیری مکنده[3] برای هم‌زدن داخل مخزن

ممکن است از آب یا نفت کوره برای شناور کردن هیدروکربن‌های سبک‌تر، از طریق یک اتصال ثابت مخزن استفاده شود تا بتوان هیدروکربن را از مخزن خارج کرد. آب آلوده باید قبل از دفع، تصفیه شود و نفت کوره ممکن است بازیافت (بسته به آلودگی آن) و به مخزن بازگردانده شود. شکل شماره (۲) نمونه‌ای از روش استفاده از آب است.

[1] heaters
[2] agitators
[3] eductor



شکل شماره (۲)-مثالی از بکارگیری آب

مواد شیمیایی ویژه، افزودنی‌های فعال سطحی پخش‌کننده[1] و حلال‌های نفتی از جمله نفت گاز، نفت خام سبک و سوخت دیزل (اما نه محدود به این‌ها)، ممکن است برای خردکردن، پراکنش[2] یا حل‌کردن[3] محصول سنگین غیرقابل بازیافت، لجن و بقایای نفت، استفاده شود تا لجن‌ها پس از رقیق‌شدن بتوانند از طریق اتصالات ثابت مخزن، تخلیه شوند.

خطرات احتمالی اشتعال‌زایی، ناسازگاری، واکنش‌های ناخواسته با محتویات مخزن و سمی بودن مواد شیمیایی تمیزکننده، قبل از استفاده، تعیین و متناسب با آن اقدامات احتیاطی برای نگهداری، جابجایی و دفع، صورت پذیرد.

به کارگیری تکنیک‌های آب گرم و واکنش‌های شیمیایی به ویژگی‌های فراورده سنگین غیرقابل بازیافت، لجن باقیمانده و توانایی تأسیسات برای تصفیه و دفع آب آلوده، مواد شیمیایی و هیدروکربن‌ها، بستگی دارد. آب با مواد شیمیایی از جمله عوامل مرطوب‌کننده، امولسیون شکن‌ها و پخش‌کننده‌های مخلوط شده (اما نه محدود به این‌ها) و به نسبت حجم لجن با مواد شیمیایی مورد استفاده، مخلوط می‌شود. سپس مخلوط موجود در مخزن تا دمای مورد نیاز (تقریباً ۱۵۰ درجه فارنهایت/ ۶۶ درجه سانتی‌گراد) با استفاده از

[1] dispersant surface active additives
[2] disperse
[3] dissolve

گرمکن‌های داخلی یا تزریق بخار یا با چرخش سیال از طریق مبدل‌های حرارتی خارجی، تا زمانی که هیدروکربن‌های مایع از لجن جدا شوند، گرم می‌شود.

ب- استفاده از دریچه‌های آدم‌رو[1]

پس از این‌که تمام محصولات غیرقابل بازیافت، لجن و بقایای موجود درون مخزن از طریق اتصالات ثابت خارج شدند، ممکن است یک دریچه مخزن باز و عملیات عاری‌سازی بخار/ گاز و گاززدایی آغاز شود. کارگروه باید روش‌هایی را برای حذف حداکثری لجن با استفاده از پمپ‌های مکنده[2]، شیلنگ‌های انتقال سیال[3]، تزریق حلال و جداکننده‌ها[4]، ربات‌های مکانیکی تمیزکننده[5] بدون نیاز به ورود کارگران به داخل مخزن از طریق دریچه‌های آدم‌رو باز[6]، دروازه‌های فلنجی آدم‌رو[7] یا دروازه‌های جوشی تعمیراتی[8] ، تدوین و بر اجرا نظارت نماید.

یادآوری: با توجه به اینکه دروازه‌های جوشی تعمیراتی در زمان ساخت و تعمیر مخزن استفاده می‌شود، جهت تخلیه لجن‌های درون مخزن، ترجیحاً از دریچه‌های آدم‌رو باز یا دروازه‌های فلنجی آدم‌رو استفاده شود. در ضمن در صورت نیاز به تخلیه از دروازه‌های جوشی تعمیراتی (به هر دلیل ممکن) و با توجه به آغشته بودن بدنه داخلی مخزن به مواد هیدروکربنی قابل اشتعال، لازم است از طریق برش سرد (برشکاری با آب تحت فشار)، باز شوند تا ریسک بروز آتش و انفجار داخل مخزن، به‌طور کامل حذف شود.

پ- تمیزکاری از داخل مخزن[9]

پس از حذف لجن با استفاده از سیستم بسته (از طریق اتصالات ثابت بدون بازکردن مخزن) چنانچه به ورود نفر برای انجام کارهای باقیمانده نیاز باشد، لازم است پس از ایجاد تمهیدات مورد نیاز (عاری‌سازی ازگاز/ بخار و گاززدایی و ...) ، نسبت به دریافت پروانه‌کار ورود مجزا (با رعایت الزامات آن) اقدام شود.

ت- احیا/ استحصال[10]

شرکت باید تا حد امکان محصول قابل بازیافت و اجزای قابل استفاده لجن و باقیمانده را احیا و بازیافت کند تا میزان پسماندهای خطرناک را به حداقل برساند.

---

[1] removal using manholes
[2] suction pumps
[3] hose streams
[4] solvent flooding and skimming
[5] robotic mechanical cleaning devices
[6] open manholes
[7] doorways
[8] door sheet openings
[9] removal from inside the tank
[10] reclamation

۶-۶-۱- تجهیزات پمپ‌کردن و خلاء[1]

پمپ‌های مورد استفاده برای تزریق آب، بخار، حلال و مواد شیمیایی به مخازن و پمپ‌ها یا تجهیزات خلاء مورد استفاده برای مکش لجن درون مخزن، ترجیحا از هوا یا بخار آب تغذیه شوند. برای استفاده از پمپ‌ها و تجهیزات خلاء که مجهز به موتورهای الکتریکی ضد انفجار تایید شده یا با موتورهای احتراق داخلی کار می‌کنند، رعایت موارد زیر الزامی است:

✓ **منابع جرقه:** برای کلیه تجهیزاتی که منابع اشتعال را تشکیل می‌دهند، از جمله کامیون‌های خلاء[2] و پمپ‌های برقی و احتراق داخلی مورد تایید، باید جهت وزش باد در نظر گرفته شود و حداقل در فاصله ۵۰ فوتی از مخزن و ترجیحا در بالا دست مخزن یا خارج از منطقه Dike Wall قرار گیرند.

✓ **اتصال به زمین و همبندسازی[3]**: تمام تجهیزات پمپاژ یا خلاء، صرف نظر از منبع انرژی آن، باید به زمین متصل (ارت) و هم از طریق اتصالات رسانا و/ یا کابل‌های اتصال جداگانه به مخزن همبند شوند.

✓ **پمپ‌های برقی:** پمپ‌های الکتریکی مورد استفاده به لحاظ تطابق با استانداردهای مرتبط باید توسط کارفرما تایید شوند. باید اطمینان حاصل شود که پمپ‌ها به وسیله موتورهای الکتریکی ضد انفجار که الزامات طبقه‌بندی مناطق مستعد خطر (Hazardous Area Classification) را برآورده می‌کنند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. یک فرد واجد شرایط باید پمپ‌ها و موتورها را قبل از استفاده بازرسی کند تا وضعیت مطلوب عملکردی و یکپارچگی الکتریکی را تایید نماید.

۶-۶-۲- ملاحظات احتیاطی جهت تخلیه

الف- کارگروه باید روش‌های کاری ایمن را برای حذف لجن تعیین و تدوین نماید و افراد واجد شرایط باید آن را اجرا کنند که شامل اقدامات احتیاطی زیر است (اما محدود به این موارد نمی‌باشد):

✓ **کنترل بخارات[4]:** عملیات عاری‌سازی بخار/ گاز، گاززدایی (در صورت لزوم) و تهویه باید در مکان و با سرعتی انجام شود تا اطمینان حاصل گردد که بخارات قابل اشتعال از دریچه‌های مسیر انتقال پساب صنعتی موجود در سطح زمین خارج نمی‌شوند. بخارات و گازها باید گاززدایی شوند (در صورت لزوم) یا در محلی (حداقل ۱۲ فوت [۳,۷ متر]) بالاتر از سطح زمین، دور از دریچه باز، به اتمسفر تخلیه شوند. مسیر خروجی

[1] pumping & vacuume equipment
[2] vacuum trucks
[3] bonding and grounding
[4] controlling vapors

تجهیزات خلاء نیز باید گاززدایی شده یا بخارات را در سطح با ارتفاع بالا با توجه به جهت وزش باد از مخزن/ کامیون، مکش و دور از منابع اشتعال خارج کنند (به API 2219 مراجعه شود).

✓ **پایش بخارات**[1]: پایش بخار باید توسط یک فرد واجد شرایط قبل از شروع و حین عملیات لایروبی به طور مستمر یا دوره‌ای مطابق دستورالعمل مربوطه انجام شود. آزمایش گاز باید در مجاورت مخزن، اتصالات، نقاط انتشار بخارات و گاززدایی، پمپاژ، تجهیزات خلاء و هنگام باز بودن دریچه، انجام شود. در صورتی که درصد بخارات موجود در اتمسفر از حد مجاز بیشتر شود، باید کار، متوقف و منابع احتراق کنترل شود.

✓ **نفر آماده‌باش**: یک فرد واجد شرایط باید جهت نظارت بر تجهیزات پمپاژ و خلاء در حین کار مستقر شود و در صورت وقوع شرایط خطرناک زیر (اما نه محدود به این موارد) در عملیات تمیزکردن مخزن، فوراً عملیات را متوقف کند:

✓ میزان بخارات موجود در جو بیش از حد مجاز باشد،

✓ عاری‌سازی مخزن از بخار/ گاز، تهویه یا گاززدایی به هر دلیلی متوقف شود،

✓ مجوز کار به هر دلیلی لغو شود.

ب- در صورتی‌که تخلیه به روش باز (ورود نفر به مخزن) انجام می‌شود:

✓ پس از اینکه تمام محصولات غیرقابل بازیافت، لجن درون مخزن از طریق اتصالات بسته تخلیه شد، مواد باقیمانده ممکن است به خارج از مخزن از طریق یک دریچه آدم‌رو، دروازه‌های فلنجی آدم‌رو یا باز شدن دروازه‌های جوشی تعمیراتی، تخلیه شوند.

✓ کلیه الزامات ورود به فضای بسته و پروانه‌کار و سایر اسناد ابلاغی از قبیل: تامین روشنایی کافی و ایمن، کانال ارتباطی سریع و مطمئن بین نفرات داخل و بیرون مخزن، حضور تیم امداد و نجات و ... رعایت گردد.

✓ کارگران انجام لایروبی درون مخازن، در طول عملیات باید از تجهیزات حفاظت فردی استاندارد از جمله تجهیزات حفاظت تنفسی فشار مثبت (Air Line Respirator) استاندارد و تاییدشده استفاده کنند.

✓به منظور رعایت سلامت کارکنان شاغل در عملیات لایروبی لازم است حدود مجاز مواجهه با عوامل زیان‌آور محیط کار رعایت و از تحویل و استفاده ایشان از وسایل و تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد اطمینان حاصل شود، همچنین آموزش‌های مورد نیاز تخصصی و عمومی HSE مرتبط قبل از شروع کار ارائه شود.

[1] vapor monitoring

✓ عاری‌کردن از گازها و بخارات قابل اشتعال : قبل از آغاز جداسازی لجن و خارج کردن آن به بیرون از مخزن، تا زمانی که غلظت مخلوط بخار در هوا (گاز در هوا) که از مخزن خارج می‌شود، مطابق راهنمای کار در فضای بسته و نظام پروانه کار به حد مجاز برسد، باید بخارات قابل اشتعال و گازهای فضای داخل مخزن، تخلیه (و در صورت نیاز، گاززدایی) شود. با توجه به اینکه هم‌زدن لجن ، موجب آزاد شدن بخارات قابل اشتعال و افزایش غلظت آن در فضای داخل مخزن می‌شود، تا زمان کاهش غلظت بخارات قابل اشتعال به حد مجاز از طریق انجام عاری‌سازی بخار/ گاز یا گاززدایی و تهویه، عملیات خردکردن و انتقال لجن به بیرون از مخزن، باید متوقف شود.

✓ در طول فعالیت حذف لجن، عملیات عاری‌سازی بخار/ گاز، گاززدایی (در صورت نیاز) و تهویه باید ادامه یابد.

✓ پایش مستمر یا دوره‌ای میزان بخار/گاز قابل اشتعال در مناطق خروجی تهویه، اطراف سیستم‌های گاززدایی و دریچه آدم‌رو باز، دروازه فلنجی آدم‌رو یا نواحی دروازه‌های جوشی تعمیراتی، در طول عملیات تمیزکردن، انجام شود. در صورتی که سطوح بخار یا گاز قابل اشتعال یا سطوح قرار گرفتن در معرض مواد سمی در محیط کار، از حدود مجاز مواجهه بیشتر شود، عملیات تمیزکردن باید متوقف شود.

پ- تخلیه فراورده، لجن و باقیمانده پس از بازکردن درب: در صورت تزریق حلال‌های نفتی به فراورده سنگین غیرقابل بازیافت و لجن درون مخزن به منظور کاهش ویسکوزیته (گرانروی) آن، رعایت موارد زیر در نظر گرفته شود:

✓ غلظت‌های رقیق هایپرکلریت‌ها یا محلول‌های پرمنگنات ممکن است برای کمک به اکسید شدن ترکیبات پیروفوریک یا کمک به تمیز کردن مخزن استفاده شود. توجه به این نکته ضروری است که این مواد، پتانسیل ایجاد یک واکنش گرمازا را دارند که می‌تواند منجر به ایجاد گرمای کافی به عنوان یک منبع احتراق شود و لذا باید اقدامات پیشگیرانه مناسب اتخاذ گردد.

✓ جریان آب، بخار و حلال‌های نفتی یا مواد شیمیایی ممکن است از طریق دریچه آدم‌رو باز، تزریق شوند تا محصول سنگین غیرقابل بازیافت و لجن را جدا و آن‌ها را به وسیله پمپ از درون مخزن خارج کند. نازل و کانال‌های مکش باید به مخزن همبند شوند تا امکان تخلیه الکتریسیته ساکن، فراهم شود.

✓ اگر برای خارج کردن حجم بیشتر لجن (فاقد آب)، رسوبات و بقایای آن از داخل مخزن از تجهیزات مکانیکی استفاده شود باید توجه داشت که تجهیزات مکانیکی پتانسیل ایجاد منبع اشتعال و جرقه را دارند

لذا در صورت استفاده از این تجهیزات و ورود آنها به داخل مخزن از طریق دریچه دروازه‌های آدم‌رو یا باز شدن دروازه‌های جوشی تعمیراتی باید اقدامات حفاظتی مناسب اتخاذ گردد. تجهیزات مکانیکی باید دارای موتورهای ضد انفجار، قطع‌کننده خطای سیستم ارت[1] باشند و به مخزن همبند شوند.

✓ دستگاه‌های تمیزکننده رباتیک مکانیکی ممکن است در داخل مخازن برای حمل شیلنگ‌ها و نازل به مکان‌های خاصی که حلال مستقیما در محصول سنگین غیرقابل بازیابی و لجن تزریق می‌شود، به کار گرفته شود. استفاده مستقیم از جت فشار، موجب بهره‌وری بیشتر و مصرف کمتر حلال (نسبت به جریان کانالی که از یک دریچه باز وارد مخزن می‌شود)، می‌گردد. دستگاه‌های تمیزکننده رباتیک مکانیکی به ویژه در حذف لجن از مخازنی که با گاز بی‌اثر ایمن شده‌اند، مفید می‌باشند. لذا نکات زیر قابل توجه است:

- دستگاه‌های رباتیک باید دارای موتورهای ضد انفجار، قطع‌کننده خطای سیستم ارت بوده و به مخزن همبند شوند.
- دستگاه‌های رباتیک مجهز به سیستم فیلمبرداری در شرایط نور کم برای کمک به اپراتور در عملیات از راه دور و مناسب برای محیط‌های مستعد انفجار (EX) باشد.
- دستگاه‌های رباتیک مجهز به آشکارسازهای اکسیژن، سولفید هیدروژن (H_2S) ، گاز سمی و گاز و بخار قابل اشتعال باشند.
- تمهیدات لازم به منظور جلوگیری از آسیب به ربات و تجهیزات داخلی مخزن در نظر گرفته شود.

ت– در صورتی‌که تخلیه مواد از داخل مخزن توسط افراد انجام شود:

✓ خطرات احتمالی بررسی و ضمن ارزیابی ریسک، رویه‌ها و الزامات HSE، تعیین و تدوین شود.

✓ افراد واجد شرایط و صلاحیت‌دار، آزمایش گاز (گازهای قابل اشتعال، سمی و اکسیژن) داخل مخزن را قبل از ورود و در زمان انجام تمیزکاری داخل مخزن و همچنین در محوطه خروجی سیستم تهویه، به صورت مستمر انجام دهند.

✓ قبل از صدور مجوز ورود برای خارج‌کردن لجن و تمیزکردن داخل مخزن، افراد آماده به کار، ناظرین و واردشوندگان و امدادگران، تعیین شوند.

✓ قبل از اجازه ورود به مخزن، باید داخل مخزن بازرسی شده تا مشخص شود که آیا خطرات فیزیکی وجود دارد یا خیر.

[1] ground fault interrupters

✓ تهویه باید در کل فعالیت بازرسی، حذف و تمیزکردن ادامه یابد.

✓ پیش از صدور پروانه‌کار ورود نفرات به داخل مخزن برای تمیزکاری، صدور پروانه‌کار ورود به فضای بسته بر اساس الزامات مندرج در راهنمای ورود به فضای بسته به شماره سند MOP-HSE-Gl-202 ضروری می‌باشد، همچنین تهویه مخزن باید به نحوی انجام گیرد که میزان گازهای قابل اشتعال به حد مجاز رسیده باشد. اگر بخارات داخل مخزن بیش از حد مجاز باشد، عملیات حذف لجن و تمیزکردن باید متوقف شود و کارگران مخزن را ترک کنند. تهویه باید ادامه یابد تا زمانی که شرایط اتمسفر مخزن دوباره به حد مجاز برسد، در این زمان کارگران می‌توانند دوباره وارد شوند و عملیات لایروبی و تمیزکردن را ادامه دهند.

✓ در صورتی که میزان گازهای سمی در داخل مخزن از حد مجاز قابل قبول بیشتر شود، تمیزکردن مخزن و انجام سایر فعالیت‌ها متوقف شود و کارگران فوراً مخزن را ترک کنند.

✓ کارگران مجری لایروبی مخازن، واردشوندگان، افراد آماده به کار و امدادگران باید از تجهیزات تنفسی و حفاظت فردی و طناب نجات مورد تایید مطابق استاندارد، در طول عملیات حذف و تمیزکردن استفاده کنند.

✓ در طول فرایند حذف و تمیزکردن، فقط از چراغ‌های برقی با ولتاژ پایین یا چراغ قوه‌های ضد انفجار در داخل یا اطراف مخازن استفاده شود.

ث- باقیمانده محصول سنگین غیر قابل بازیافت، لجن، باقیمانده‌ها و رسوبات ممکن است با روش‌های مختلفی از جمله موارد زیر (اما نه محدود به آن‌ها) از مخزن خارج شوند:

✓ شستشو و آبکشی مواد، جمع‌آوری و انتقال آنها به بیرون از مخزن به صورت دستی.

✓ اسپری مواد با استفاده از جریان آب و سپس تخلیه محتویات رقیق‌شده با به کارگیری پمپ به منظور پیشگیری از تخلیه الکتریسیته ساکن، تجهیزات و نازل‌ها به بدنه مخزن متصل و همبند شوند.

✓ شستشوی مواد با نفت کوره، حلال یا مواد شیمیایی تاییدشده، سپس تخلیه محتویات رقیق‌شده با استفاده از پمپ یا سیستم مکش.

✓ استفاده از جاذب‌ها برای حذف مقادیر کم مواد روی کف و دیواره مخزن.

✓ در صورت استفاده از دریچه‌های آدم‌رو، ممکن است از تجهیزات با نیروی محرکه هوا و یا بخار برای حذف و تخلیه لجن از داخل مخازن بزرگ استفاده شود. استفاده از تجهیزاتی که با موتورهای الکتریکی ضد انفجار تاییدشده کار می‌کنند، مستلزم تایید کارگروه و صدور مجوز کارگرم است.

ج- در دفع پسماند باقیمانده، موارد زیر مدنظر قرار گیرد:

✓ رعایت الزامات راهنمای مدیریت پسماند به شماره MOP-HSE-Gl-301 .

✓ رویه‌های مناسب برای جابجایی، آزمایش، طبقه‌بندی، ذخیره‌سازی، تصفیه و دفع مواد خارج شده از مخازن تدوین و اجرا شود.

✓ اطمینان حاصل شود که افراد واجد شرایط، فراورده‌های سنگین غیرقابل بازیافت و لجن خارج شده از مخازن را بازرسی، آزمایش و آنالیز می‌کنند تا مشخص شود این لجن‌ها به واسطه خصوصیات خطرناکی نظیر قابلیت اشتعال و سمیت، در دسته مواد خطرناک طبقه بندی می‌شوند، یا خیر.

چ- لجن خارج شده از مخزن و بقایای آن بسته به خصوصیات آن باید با رعایت مفاد راهنماهای شش گانه مدیریت پسماند، مدیریت شود.

ح- افراد دارای نقش اجرایی و موثر در عملیات لایروبی مخازن و یا شرکت‌های پیمانکاری مجری این عملیات باید دارای صلاحیت و شایستگی (دانش، تجربه و سابقه، مهارت و توانایی مورد نیاز و ابزارهای ایمن و استاندارد) در زمینه وظایف محوله باشند و نسبت به عملیات، روش اجرای آن، ریسک‌ها و نحوه کنترل آن‌ها کاملا توجیه شده باشند. در این راستا افرادی که در این عملیات مشارکت دارند، باید دوره‌های آموزشی لازم در خصوص عملیات لایروبی را بگذرانند. مرجع و نحوه تایید صلاحیت این افراد جهت انجام کار باید در روش اجرایی هر شرکت به وضوح تعیین و اجرا شود.

۶-۶-۳- عاری‌سازی مخزن از بخار/ گاز، گاززدایی و تهویه آن

پاکسازی مخزن از بخارات قابل اشتعال و گازهای سمی پیش از ورود کارکنان به داخل مخزن به منظور پیشگیری از آتش‌سوزی و انفجار و همچنین کاهش حداکثری مواجهه کارکنان با بخارات و گازهای سمی ضروری است. کنترل مستمر غلظت بخارات و گازها با استفاده از دستگاه‌های گازسنج انجام شود. برای عاری‌سازی داخل مخزن از بخارات/ گازها و گاززدایی به پیوست شماره (۱) مراجعه شود.

۶-۶-۴- ملاحظات تکمیلی

برای اتخاذ تدابیر لازم لایروبی و ورود به انواع مخازن، ملاحظات تکمیلی زیر رعایت گردند:

✓ برای مخازن خیلی بزرگ، به بخش ۷,۲ از استاندارد API-RP 2016، مراجعه شود.

✓ برای مخازن سقف شناور، به بخش ۷,۳ از استاندارد API-RP 2016، مراجعه شود.

✓ برای مخازن دیواره دوبل[1] و کف دوبل[2] ، به بخش ۷,۴ از استاندارد API-RP 2016، مراجعه شود.

✓ برای مخازن ذخیره‌سازی فشار پایین، به بخش ۷,۵ از استاندارد API-RP 2016، مراجعه شود.

[1] double wall
[2] double bottom

✓ برای مخازن نگهداری، به بخش ۷,۶ از استاندارد API-RP 2016، مراجعه شود.

۶-۶-۵- مواد خطرناک خاص[1]

با توجه به احتمال وجود مواد خطرناک خاص با خطرات ویژه در مخازن، اطلاعات تکمیلی و الزامات مربوطه در بخش ۸ از استاندارد API-RP 2016 تشریح شده است، که باید مدنظر قرار گیرد.

۶-۶-۶- کنترل منابع جرقه[2]

با توجه به وجود منابع جرقه مختلف که دارای پتانسیل لازم برای مشتعل نمودن گازها و بخارات قابل اشتعال می‌باشند، اطلاعات تکمیلی و الزامات مرتبط برای کنترل آنها در بخش ۹ از استاندارد API-RP 2016 تشریح شده است، که باید مورد توجه قرار گیرد.

۶-۶-۷- چک‌لیست تمیزکاری مخازن[3]

با توجه به این‌که جهت تمیزکاری و پاکسازی مخازن در شرایط ایمن، تهیه و به‌کارگیری چک‌لیست می‌تواند سبب حصول اطمینان از انجام موثر و تحت کنترل فعالیت‌های مرتبط به ترتیب اولویت گردد، بخش ۱۰ از استاندارد API-RP 2016 مورد توجه قرار گیرد.

۶-۶-۸- خطرات سقف شناور مرتبط با تمیزکاری مخزن

در خصوص خطرات سقف شناور در زمان تمیزکاری مخازن، به بخش ۱۲ از استاندارد API-RP 2016 مراجعه شود.

[1] specific hazardous substances
[2] control of ignition sources
[3] tank cleaning checklist

۷- پیوست‌ها

پیوست شماره ۷-۱- عاری‌سازی مخزن از بخار/ گاز، گاززدایی و تهویه آن

برای حذف بخارات و گازهای قابل اشتعال و سمی از درون مخزن از روش‌های جابه‌جایی مکانیکی یا طبیعی و رقیق سازی با هوای تازه، استفاده از گاز بی‌اثر و یا تزریق بخار استفاده می‌شود. بخارات و گاز ممکن است مستقیما به اتمسفر تخلیه شوند یا از طریق سیستم تصفیه بخار یا سیستم بازیابی[1]، گاززدایی شوند. گاززدایی، گازهای سمی و بخارات آلی فرار را قبل از انتشار به اتمسفر با استفاده از روش‌های بازیابی بخار و تصفیه مانند تبرید (سردسازی، خنک‌سازی)، اکسیداسیون حرارتی یا جذب کربن، حذف می‌کند.

به منظور تهویه مخزن، پس از حذف بخارات/ گازهای قابل اشتعال و سمی از مخزن، لازم است مقدار مناسبی از هوای تازه در داخل مخزن وارد شده تا جو در محدوده مجاز برای ورود و فعالیت کارگران قرار گیرد. مقدار تهویه هوای تازه مورد نیاز معمولاً ۵ مرتبه تهویه در ساعت است (حجم هوای مخزن را هر ۱۲ دقیقه یکبار تعویض کنید). ضمناً باید شرایط خاص تهویه و تغییر هوای مورد نیاز برای مخازن ذخیره بسیار بزرگ (قطر ۶۰ متر و بیشتر)، ارزیابی شود زیرا ممکن است دستیابی به ۵ مرتبه تهویه هوا در ساعت دشوار باشد. در چنین مواردی، تهویه موضعی تکمیلی در محل کار ممکن است مورد نیاز باشد. (برای اطلاعات بیشتر در مورد تغییرات هوا به بخش ۷-۱-۲ همین پیوست مراجعه کنید.)

۷-۱-۱- عاری‌سازی از بخار/ گاز

قبل از شروع عملیات تخلیه مخزن و عاری‌سازی از بخار/ گاز، باید الزامات مربوطه و روش مورد استفاده برای حذف بخارات از مخزن تعیین شود. انتخاب یک روش مناسب و موثر عاری‌سازی از بخار/ گاز و گاززدایی (در صورت نیاز) به عوامل زیادی بستگی دارد، از جمله موارد زیر (اما محدود به این موارد نیست):

- ✓ فراورده یا ماده (نفت خام، هیدروکربن، افزودنی یا نفت) ذخیره شده در مخزن: مقدار باقی‌مانده در مخزن پس از حذف فراورده قابل بازیافت، پتانسیل ایجاد اتمسفر سمی خطرناک و مواجهه با آن هنگام عاری‌سازی بخار/ گاز و الزامات قانونی برای گاززدایی بخارات.
- ✓ ملاحظات و الزامات زیست‌محیطی برای عاری‌سازی، بازیابی یا تصفیه مایعات، گازها و بخارات.
- ✓ در دسترس بودن گاز بی‌اثر، آب یا بخار برای جابجایی یا پاکسازی.

[1] recovery system

✓ اندازه، طراحی، نوع، پیکربندی، مکان و وضعیت مخزن، از جمله دهانه‌های باز مخـزن[1]، تجهیـزات تخلیـه هوا/ بخار[2] ، بازدانده شعله[3]، مسیر VENT، نشت‌بندها[4]، پانتون‌ها، ابزار شناوری[5] و سایر متعلقات مخزن مانند محل اتصالات ورودی و خروجی.

✓ الزامات و در دسترس بودن امکانات بازیابی بخار، سوزاندن و تصفیه.

✓ اطراف مخزن و فعالیت‌هایی که در آن انجام می‌شود می‌تواند بر عملیات عاری‌سازی بخار/ گاز (گاززدایی) تأثیر بگذارد.

✓ مقدار و ماهیت بخارات موجود در مخزن.

تخلیه بخار/ گاز و گاززدایی یکی از خطرناک‌ترین عملیات تمیزکردن مخازن است. باید اطمینان حاصل شود که ناظران ورود، افراد دارای صلاحیت، آزمایش‌کنندگان، واردشوندگان، حاضرین، افراد آماده به کار، امدادگران و کارگران از خطرات احتمالی مواد قابل اشتعال و سمی آگاه هستند و اقدامات پیشگیری و کنترل مناسب را در طول مدت عملیات عاری‌سازی بخار/ گاز و گاززدایی، اجرا می‌کنند. مهمترین خطرات عاری‌سازی بخار/ گاز و گاززدایی به شرح زیر است:

الف- خطر آتش‌سوزی

مخازن حاوی گاز و مایعات با نقطه اشتعال پایین، دارای غلظت بالایی از گاز و بخارات قابل اشتعال هستند که اتمسفر آنها در ابتدا بالاتر از بیشترین حد قابل اشتعال است. در عملیات فرایند تخلیه مکانیکی، با ورود هوای تازه به مخزن، بخارات و گازها رقیق می‌شوند. اتمسفر مخزن از « خیلی غنی » به محدوده قابل اشتعال تغییر می‌کند و در نهایت به زیر کمترین حد قابل اشتعال می‌رسد یا غلظت بخار/ گاز در هوا، بیش از حد کاهش پیدا می‌کند و مخلوط به طور فزاینده‌ای رقیق می‌شود. لذا الزامات زیر رعایت شوند:

✓ باید اطمینان حاصل شود که بخارات یا گازهای تخلیه شـده از مخـزن شـرایط خطرنـاکی را در خـارج از مخزن ایجاد نمی‌کند. از آن‌جایی که برخی از بخارات هیدروکربنی سنگین‌تر از هوا هستند، تخلیه بخارات در بالای مخزن یا در ارتفاع بالا منجر به پراکندگی سریع بخارات و گازها می‌شود. (این اقدام احتیاطی از تجمـع بخار یا گاز قابل اشتعال در سطح زمین و جریان یـافتن و رسـیدن آن بـه منبـع احتـراق، مشـتعل شـدن و بازگشت مجدد به مخزن جلوگیری می‌کند).

[1] tank openings
[2] relief
[3] flame arrestors
[4] seals
[5] flotation devices

✓ در فرایند اولیه عاری‌سازی بخار/ گاز و گاززدایی، در حالی که مخزن هنوز حاوی غلظت بالایی از بخار/ گاز قابل اشتعال است، باید تمام فعالیت‌های مرتبط با تعمیر و نگهداری در منطقه اطراف مخزن و بالای مخزن، محدود شود.

✓ تمامی منابع اشتعال در منطقه باید در هنگام تخلیه بخار/ گاز و گاززدایی حذف شوند. در صورت نیاز به انجام فعالیت‌های مرتبط، مجوز کار صادر شود و نظارت و کنترل موثر و مستمر بر بخارات یا گازهای قابل اشتعال حین عملیات گاززدایی، باید انجام شود.

ب- خطر سمیت

ناظران ورود و کلیه افراد مرتبط با عملیات لایروبی باید از احتمال قرارگرفتن در معرض بخارات سمی و خطرناک، گرد و غبار یا گازهای منتشر شده از مخزن در طول فرایند عاری‌سازی بخار/ گاز و گاززدایی آگاه باشند و اقداماتی را جهت کنترل یا جلوگیری از مواجهه کارگران با این مواد، به کار گیرند.

پ- سایر مخاطرات

قبل از شروع عملیات، باید روش انتخاب شده برای عاری‌سازی بخار/ گاز و گاززدایی و همچنین وضعیت ساخت مخزن (شرایط داخلی مخزن) بررسی شود تا خطرات احتمالی از جمله موارد زیر (محدود به این موارد نیست) تعیین شود:

✓ باید اطمینان حاصل شود که فشار هوا، بخار، آب، روغن یا گاز بی‌اثر تزریق شده در طول عملیات عاری‌سازی بخار/ گاز و گاززدایی، بیش از حداکثر فشار طراحی مخزن نباشد. هنگام عاری‌سازی بخارات/ گاز با آب، باید اطمینان حاصل شود که مخزن و فونداسیون آن از نظر ساختاری قادر به نگه‌داشتن وزن آب است.

✓ اگر مخازن به یک سیستم تهویه یا بازیابی بخار وصل شده باشند، باید اطمینان حاصل شود که مخزن در حال عاری‌سازی بخار/ گاز، از دیگر مخازن جداسازی شده است.

✓ ورود گازهای ناشی از احتراق موتورهای درون‌سوز مستقر در محوطه به داخل مخازن، خطر کاهش اکسیژن در مخزن را به همراه دارد. لذا ناظران ورود و کلیه افراد مرتبط با عملیات لایروبی باید از چنین شرایطی آگاه باشند و اقدامات مناسب را برای اطمینان از ورود هوای تازه و بدون آلودگی به مخازن، انجام دهند.

۷-۱-۲- تخلیه مکانیکی بخار/ گاز[1]

ورود مکانیکی هوای تازه به مخزن برای حذف بخارات یا گاز، بر سایر روش‌ها ارجحیت دارد، مشروط بر اینکه طراحی مخزن، اندازه، نوع، پیکربندی، شرایط، مکان و محصول ذخیره‌شده در مخزن، روش تخلیه مکانیکی بخار/ گاز را مجاز کند. دو روش اساسی برای تخلیه مکانیکی بخار/ گاز وجود دارد. در روش اول، مکنده‌ها[2]، بخار/ گاز را از مخزن بیرون می‌کشند و یک فشار منفی جزئی در داخل مخزن ایجاد می‌کنند که هوای تازه را به داخل می‌کشد. در روش دوم از دمنده‌های[3] هوا برای فشردن هوای تازه به داخل مخزن استفاده می‌شود که یک فشار مثبت جزئی در داخل مخزن ایجاد می‌کند و سبب خروج بخار/ گاز از داخل مخزن می‌شود. مکنده‌ها و دمنده‌های هوا ممکن است با هوای فشرده، موتورهای الکتریکی ضد انفجار مورد تایید یا بخار، کار کنند.

توجه: هنگام برنامه‌ریزی تهویه مکانیکی، ونت‌های باز و ابزار تخلیه/ مکش[4] (شیرهای تنفسی) روی مخازن در نظر گرفته شوند. به راهنمای تهویه مخزن در نمودار (۱) مراجعه شود.

- ✓ هوای فشرده ارجح‌ترین و ایمن‌ترین روش کارکردن مکنده‌ها یا دمنده‌ها است.
- ✓ از مکنده‌ها یا دمنده‌های بخار نیز مشروط بر اینکه تخلیه بخار منجر به تولید بار الکترواستاتیکی بر تجهیزات یا افراد نشود، می‌توان استفاده کرد.

توجه: اگر مکنده یا دمنده با بخار کار می‌کند، بخار خروجی نباید وارد مخزن شود.

- ✓ تجهیزات برقی، مکنده‌ها و دمنده‌های برقی ضد انفجار، پس از اخذ تاییدیه و انجام بازرسی در خصوص صحت یکپارچگی و سلامت آنها (مطابق استانداردهای مرتبط)، برای استفاده در تمیزکردن مخزن، مورد استفاده قرار گیرند.

۷-۱-۲-۱- انتخاب مکنده و دمنده

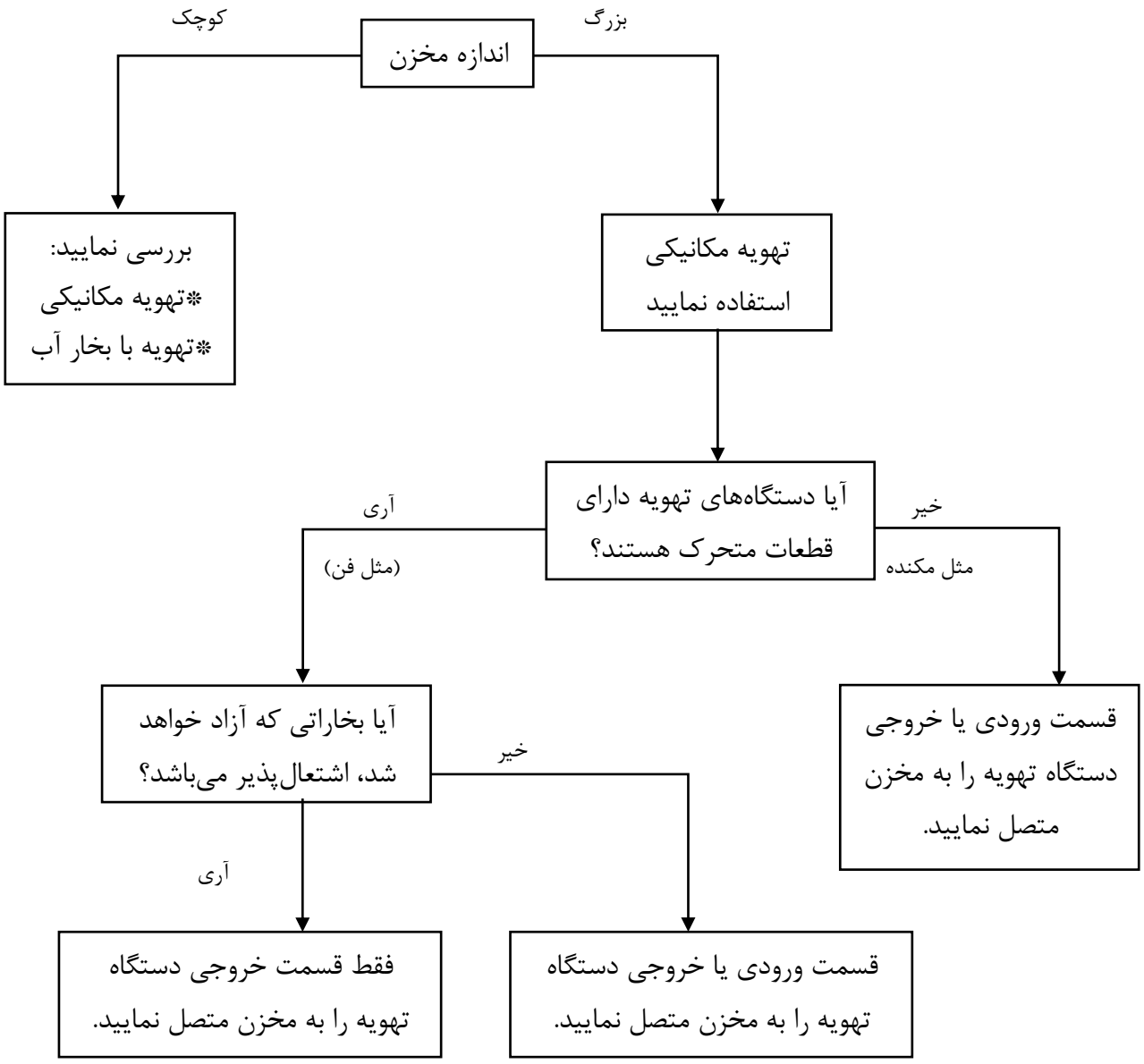
برای حذف بخار/ گاز از مخزن باید از مکنده‌های نوع ونتوری تایید شده، بدون قطعات متحرک استفاده شود. برای خارج‌کردن بخارات یا گاز مخزن نباید از مکنده‌ها یا دمنده‌هایی که دارای قطعات متحرک با پتانسیل تولید جرقه یا منبع اشتعال هستند، استفاده شوند. این احتمال وجود دارد که تیغه‌ها یا یاتاقان‌های فلزی یک دمنده معیوب به دلیل عدم نگهداشت صحیح، موجب تولید گرما و مشتعل شدن بخارات و گازهای قابل

---

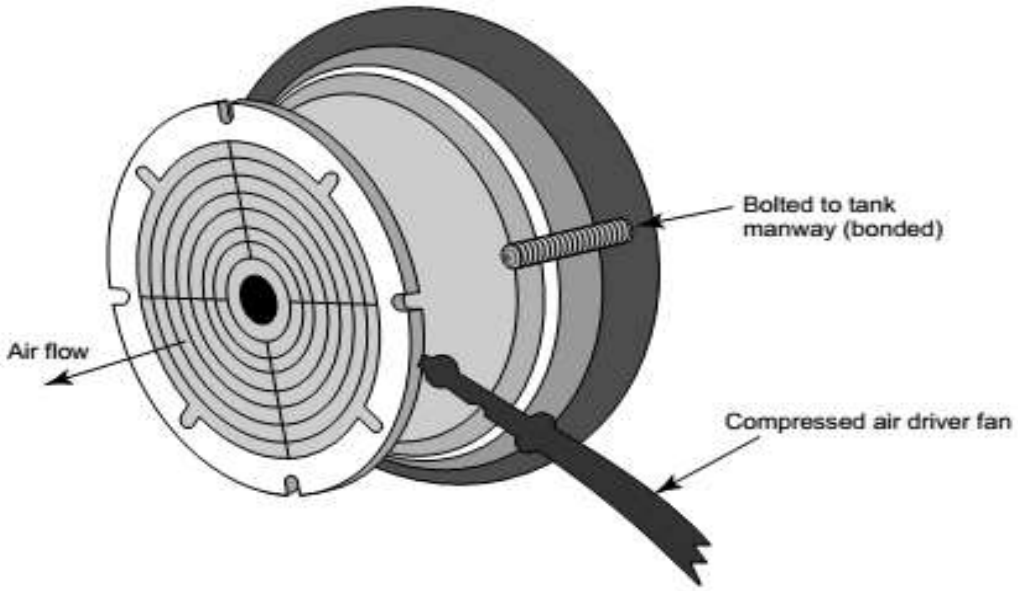
[1] mechanical vapour and gas freeing
[2] eductors
[3] blowers
[4] pressure/vent devices

اشتعال موجود در مخزن شود. شکل شماره (۳) نمونه‌ای از جابجایی هوا که روی دریچه آدم‌رو مخزن قرار دارد و شکل شماره (۴) نمونه‌هایی از تجهیزات مکانیکی تخلیه بخار مخزن را نشان می‌دهد.

- ✓ مکنده‌ها و دمنده‌های هوا باید به طور الکتریکی با بدنه مخزن هم‌پتانسیل (همبند) شوند تا بارهای الکتریکی تجمع یافته در آن‌ها، تخلیه شوند.
- ✓ صرف نظر از این‌که از مکنده‌ها برای مکش بخارها و گازها یا از دمنده هوا برای فشردن هوای تازه استفاده می‌شود، بخارات و گازهایی که به اتمسفر رها می‌شوند، باید در ارتفاع بالا- ترجیحاً از بالای سقف مخزن یا نزدیک آن و حداقل ۱۲ فوت (۳,۷ متر) بالاتر از سطح زمین و یا تخلیه به سیستم گاززدایی (در صورت لزوم)- تخلیه شوند.
- ✓ در جاهایی که پتانسیل طبقه‌بندی (کانالیزه شدن) بخارات در داخل مخزن یا بخارهای بسیار سنگین وجود دارد، ممکن است از دو یا چند مکنده و دمنده هوا به طور هماهنگ برای بهبود تهویه استفاده شود. این امر با فشردن هوا به داخل مخزن با دمنده‌های هوا، هم‌زمان با خروج بخارات از مخزن با استفاده از مکنده‌ها انجام می‌شود.
- ✓ استفاده از دمنده‌ها برای فشردن هوا به داخل مخزن ممکن است یک مزیت جزئی نسبت به استفاده از مکنده‌ها برای خروج بخار از یک مخزن ایجاد کند، زیرا فرصت کمتری برای بخارهای موجود در محدوده انفجار برای عبور از دمنده‌ها وجود دارد.



نمودار شماره (۱)- راهنمای تهویه مخزن



شکل شماره (۳)- نمونه‌ای از تهویه هوای نصب شده بر روی دریچه آدم‌رو

شکل شماره (۴)- نمونه‌ای از تجهیزات مکانیکی تخلیه بخار

۷-۱-۲-۲- الزامات مکنده‌ها و دمنده‌ها

قبل از شروع عملیات تمیزکردن مخزن، تحلیل وضعیت و الزامات، تعداد و ظرفیت دمنده/ مکنده‌ها و انتخاب و قراردادن تجهیزات تخلیه گاز، گاززدایی و تهویه مناسب توسط فرد دارای صلاحیت مورد ارزیابی قرار گیرد. تعداد، ظرفیت و محل قرارگیری دمنده‌ها و هواکش‌ها به عوامل زیر بستگی دارد:

- ✓ نوع مخزن، اندازه و طراحی آن.
- ✓ میزان رقیق‌بودن بخار یا گاز تولید شده به وسیله محصول یا مواد موجود در مخزن.
- ✓ تعداد دریچه‌ها، اندازه، مکان و پیکربندی آن‌ها.

علاوه بر این، هنگام تعیین الزامات برای دمنده/ مکنده‌ها، باید فشار معکوس و جریان هوای محدود ناشی از مجاری انعطاف‌پذیری که برای ورودی و خروجی هوا استفاده می‌شود و این‌که آیا بخارات در حال گاززدایی یا خروج مستقیم به اتمسفر هستند، در نظر گرفته شود. نمونه راهنمای تهویه مخزن در جدول شماره (۱) می‌باشد.

جدول شماره (۱)- نمونه‌ای از راهنمای تهویه مخزن

حجم مخزن	دریچه آدم‌رو	فن تهویه	مقدار	فشار (PSIG)	جریان هوای مصرف شده		هوای جابجا شده در ساعت
					فوت مکعب در دقیقه	فوت مکعب استاندارد در دقیقه	
۷۸۵۴۰ فوت مکعب (با قطر ۵۰ فوت)	یک ۲۰ اینچ در بدنه،یک ۲۰ اینچ در سقف	مکنده یا با دهانه شیپوری/ ۶ اینچ	۱ ۱	۶۰ ۸۰	۳۹۴۰ ۴۵۰۰	۹۸ ۱۲۶	۳٫۰۰ ۳٫۴۴
		مکنده یا با دهانه شیپوری/ ۸ اینچ	۱ ۱	۶۰ ۸۰	۵۶۰۰ ۶۲۵۰	۱۷۸ ۲۳۳	۴٫۲۷ ۴٫۷۷
		فن واکنشی ۲۰ اینچ	۱ ۱	۶۰ ۸۰	۹۵۰۰ ۱۱۰۰۰	۱۶۰ ۲۱۰	۷٫۲۵ ۸٫۴۰
۳۱۴۱۶۰ فوت مکعب (با قطر ۱۰۰ فوت)	یک ۲۰ اینچ در بدنه،یک ۲۰ اینچ در سقف	فن واکنشی ۲۰ اینچ	۱ ۱	۶۰ ۸۰	۹۵۰۰ ۱۱۰۰۰	۱۶۰ ۲۱۰	۱٫۸۱ ۲٫۱۰
	دو ۲۰ اینچ در بدنه،دو ۲۰ اینچ در سقف	فن واکنشی ۲۰ اینچ	۲ ۲	۶۰ ۸۰	۱۹۰۰۰ ۲۲۰۰۰	۳۲۰ ۴۲۰	۳٫۶۳ ۴٫۲۰
	یک ۲۴ اینچ در بدنه،یک ۲۴ اینچ در سقف	فن واکنشی ۲۴ اینچ	۱ ۱	۶۰ ۸۰	۱۴۶۰۰ ۱۶۹۰۰	۳۲۴ ۴۰۰	۲٫۷۹ ۳٫۲۳
	دو ۲۴ اینچ در بدنه،دو ۲۴ اینچ در سقف	فن واکنشی ۲۴ اینچ	۲ ۲	۶۰ ۸۰	۲۹۲۰۰ ۳۳۸۰۰	۶۴۸ ۸۰۰	۵٫۵۸ ۶٫۴۶
۱۲۵۶۶۴۰ فوت مکعب (با قطر ۲۰۰ فوت)	دو ۲۰ اینچ در بدنه،دو ۲۰ اینچ در سقف	فن واکنشی ۲۰ اینچ	۱ ۱	۶۰ ۸۰	۹۵۰۰ ۱۱۰۰۰	۱۶۰ ۲۱۰	۰٫۴۵ ۰٫۵۲
			۲ ۲	۶۰ ۸۰	۱۹۰۰۰ ۲۲۰۰۰	۳۲۰ ۴۲۰	۰٫۹۰ ۱٫۰۴
	دو ۲۴ اینچ در بدنه،دو ۲۴ اینچ در سقف	فن واکنشی ۲۴ اینچ	۱ ۱	۶۰ ۸۰	۱۴۶۰۰ ۱۶۹۰۰	۳۲۴ ۴۰۰	۰٫۷۰ ۰٫۸۱
			۲ ۲	۶۰ ۸۰	۲۹۲۰۰ ۳۳۸۰۰	۶۴۸ ۸۰۰	۱٫۴۰ ۱٫۶۲
	سه ۲۴ اینچ در بدنه،دو ۲۴ اینچ در سقف	فن واکنشی ۲۴ اینچ	۳ ۳	۶۰ ۸۰	۴۳۸۰۰ ۵۰۷۰۰	۹۷۲ ۱۲۰۰	۲٫۱۰ ۲٫۴۳
۲۸۲۷۴۴۰ فوت مکعب (با قطر ۳۰۰ فوت)	دو ۲۴ اینچ در بدنه،دو ۲۴ اینچ در سقف	فن واکنشی ۲۴ اینچ	۲ ۲	۶۰ ۸۰	۲۹۲۰۰ ۳۳۸۰۰	۶۴۸ ۸۰۰	۰٫۶۲ ۰٫۷۲
	سه ۲۴ اینچ در بدنه،دو ۲۴ اینچ در سقف	فن واکنشی ۲۴ اینچ	۳ ۳	۶۰ ۸۰	۴۳۸۰۰ ۵۰۷۰۰	۹۷۲ ۱۲۰۰	۰٫۹۳ ۱٫۰۷

*تمام حجم مخازن بر اساس ارتفاع ۴۰ فوتی محاسبه شده است.

*محاسبات بر پایه قراردادن فن به نحوی است که موجب دمیدن هوا به داخل مخزن شود.

پس از ارزیابی مخزن، الزامات و راهکار تهویه مناسب مخزن، بررسی و انجام شود. مقدار هوای مورد نیاز معمولاً ۵ مرتبه تعویض هوا در ساعت است.

مثال: مخزن سقف ثابت (مخروطی) با ارتفاع ۴۰ فوت، قطر ۱۲۵ فوت، فضایی به اندازه تقریبی ۵۰۰۰۰۰ فوت مکعب دارد. با استفاده از ۳ دمنده/ مکنده بزرگ، هر کدام با ظرفیت ۱۷۰۰۰ فوت مکعب در دقیقه، ۵۱۰۰۰ فوت مکعب در دقیقه از مخزن خارج می‌شود. (این فرض راندمان دمنده/ مکنده ۱۰۰٪ و بدون مانعی برای جریان هوا، مانند فشار معکوس ناشی از محدودیت‌های مجاری یا سیستم‌های گاززدایی را دارد). با این نرخ خروجی، ۱۰ دقیقه طول می‌کشد تا حجم مخزن (یک تغییر هوا) جابجا شود و در نتیجه حدود ۶ تغییر هوا در ساعت در مخزن (در شرایط عالی) ایجاد شود.

مخازن بزرگ معمولاً دارای سقف‌های شناور هستند و بنابراین فقط فضاهایی که واردشوندگان در آن کار می‌کنند (چه زیر سقف شناور یا بالای سقف شناور داخلی یا سرپوشیده) باید مقدار مورد نیاز هوا را تغییر دهند. با در نظر گرفتن نواحی بالا و پایین سقف شناور به عنوان فضاهای جداگانه برای اهداف تهویه، می‌توان نیازهای دمنده/ مکنده را به میزان قابل توجهی کاهش داد.

هنگام تهویه مخازن سقف شناور، ناحیه زیر سقف شناور (مستقر روی پایه‌های زیرین آن) که باید تهویه شود ممکن است تنها یک ششم ظرفیت کل مخزن باشد، در نتیجه مقدار تهویه مورد نیاز کاهش می‌یابد.

مثال: یک مخزن سقف شناور بسیار بزرگ با قطر ۲۵۰ فوت که ۴۰ فوت ارتفاع دارد، فضایی تقریباً ۲۰۰۰۰۰۰ فوت مکعبی دارد. اگر سقف شناور روی پایه‌های بلند خود (۷ فوت بالاتر از کف مخزن) قرار گیرد، فضای زیر سقف شناور تقریباً یک ششم حجم مخزن یا ۳۳۰۰۰۰ فوت مکعب خواهد بود. برای دستیابی به ۵ مرتبه جابجایی هوا در ساعت در این فضا، ۱۶۵۰۰۰۰ فوت مکعب هوا در ساعت (یا تقریباً ۲۷۵۰۰ فوت مکعب در دقیقه) باید تخلیه شود. برای دستیابی به ۵ مرتبه جابجایی هوا در ساعت، به دو دمنده/ مکنده، هر کدام با ظرفیت ۱۴۰۰۰ فوت مکعب هوا در دقیقه (با فرض بازدهی ۱۰۰ درصد و شرایط عالی) نیاز است.

اغلب هیدروکربن‌های فرار (معمولا حلال‌ها) تنها بخشی از یک محصول ترکیبی یا مخلوطی از مواد با هم آمیخته شده در یک مخزن هستند. مواد حاوی هیدروکربن‌های فرار نیز برای رقیق‌کردن لجن یا تمیزکردن بقایای مخزن یا برای رنگ‌آمیزی، پوشش سطحی بدنه یا تصفیه داخل مخزن پس از تمیزکردن استفاده می‌شود. هنگامی که این اتفاق می‌افتد، مهم است مقدار بخار تولید شده را محاسبه تا شرایط لازم برای تخلیه بخار/ گاز، گاززدایی یا تهویه مخزن، تعیین گردد.

مثال: فرمول زیر برای تعیین حجم هوای مورد نیاز رقیق‌سازی (DV) استفاده می‌شود:

DV (cubic feet of air) = 4 (100 - LEL) Vs ÷ LEL

[Vs = cubic feet of vapor per gallon of volatile hydrocarbon (solvent)]

DV (فوت مکعب هوا) = 4 (100 - LEL) Vs ÷ LEL

[Vs = (فوت مکعب بخار در هر گالن از هیدروکربن فرار (حلال)]

The dilution volume for toluene (Vs = 30.4 and LEL = 1.4) would be:

DV = 4(100 - 1.4) 30.4 ÷ 1.4 = 8,564 cubic feet of air per gallon of toulene.

DV = 4 (100 - 1.4) 30.4 ÷ 1.4 = 8564 فوت مکعب هوا در هر گالن تولوئن.

از فرمول زیر برای محاسبه نیازهای تهویه (تخلیه بخار/ گاز) استفاده می‌شود:

VV (cfm) = DV (ft air) x Gallons of Volatile Liquid (Solvent)

[VV = Ventilation Volume (cubic feet per minute)]

VV (cfm) = DV (ft هوا) x (گالن مایع فرار (حلال) [حجم تهویه فوت مکعب در هر دقیقه = VV]

اگر مخزن با محصولی حاوی ۴۰ درصد تولوئن که با سرعت یک گالن در دقیقه استفاده می‌شود پوشش داده شود، شرایط تهویه چیست؟

VV = 8,564 ft x 1 gpm coating x 0.4 (gal toluene per gal coating) = 3,426 cfm

Ventilation Volume (VV) = 3,426 cubic feet of fresh air per minute.

۷-۱-۲-۳- تخلیه مکانیکی بخار/ گاز مخزن سقف ثابت

روش‌های مختلفی برای حذف مکانیکی بخار/ گاز از مخازن سقف ثابت وجود دارد، از جمله موارد زیر (محدود به این موارد نیست): شکل شماره (۵) نمونه‌هایی از چیدمان تهویه معمولی و شکل شماره (۶) نمونه‌ای از تخلیه بخار مخزن سقف مخروطی را نشان می‌دهد.

روش اول- یک مکنده از نوع ونتوری (بدون قطعات متحرک) را روی یک دریچه باز در سقف مخزن با اتصال نشت‌بند، نصب و هم‌بندسازی کنید. در حالی که دریچه‌های پایین بدنه هنوز بسته هستند، مکنده با شدت جریان کم راه‌اندازی شود تا یک فشار منفی جزئی (اما نه بیشتر از 1 in H_2O gauge) در داخل مخزن ایجاد شود. (قبل از بازشدن دریچه پایین بدنه، فشار منفی داخل مخزن باید به حداقل برسد تا از تغییر شکل

ورق بدنه، سقف و ایجاد آسیب عمده مخزن جلوگیری شود). این روش یک اختلاف فشار منفی جزئی ایجاد می‌کند به‌طوری که هنگام برداشتن درپوش دریچه پایین بدنه، بخار یا گاز در سطح زمین آزاد نشود. دریچه‌ای که لازم است باز شود، باید به گونه‌ای انتخاب شود که تهویه، قدرت و بازدهی کافی برای حذف بخار/ گاز را فراهم کند.

توجه: مخازن ساخته شده بر اساس API 650 می‌توانند به طور اسمی، فشار یک اینچی گیج آب را بدون ملاحظات طراحی خاص تحمل کنند. لذا فراتر از آن، احتمال آسیب رساندن به مخزن وجود دارد. قبل از شروع عملیات تخلیه بخار/ گاز، باید محاسبات خاصی را برای هر مخزن که قرار است تمیز شود، انجام داد.

پس از برداشتن درپوش دریچه پایین بدنه، می‌توان مکنده را با ظرفیت کامل به کار انداخت. با ورود هوای تازه به مخزن از طریق دریچه پایین، بخارات و گاز در بالای سقف تخلیه می‌شوند. سایر دریچه‌های پایین ممکن است متعاقباً برداشته شوند، مشروط بر اینکه مکنده ظرفیت کافی را داشته باشد تا هوای تازه از تمام دریچه‌ها وارد شود و بخارات و گازها اجازه خروج از دریچه‌های پایینی را نداشته باشند.

روش دوم- یک مکنده از نوع ونتوری (بدون قطعات متحرک) روی یک دریچه بر روی سقف مخزن، با اتصال نشت‌بند، نصب و هم‌بندسازی شود. یک کانال انعطاف‌پذیر، به ورودی مکنده متصل شده و سر دیگر آن به داخل مخزن کشیده شده و نزدیک کف مخزن مستقر گردد. یک دریچه دیگر در سقف باز شود تا هوای تازه تامین شود و دریچه‌های پایین بدنه، بسته نگه‌داشته شوند. بخار سنگین که از نزدیک ته مخزن مکیده می‌شود، از طریق لوله به سمت بالا جریان می‌یابد و از قسمت سقف (خروجی مکنده) تخلیه می‌شود. هنگامی که تنها یک دریچه سقفی برای استفاده در دسترس است، یک مکنده کوچکتر با یک ساپورت باز حلقوی [1] به هوای تازه اجازه ورود از دریچه آدم‌رو سقف را می‌دهد.

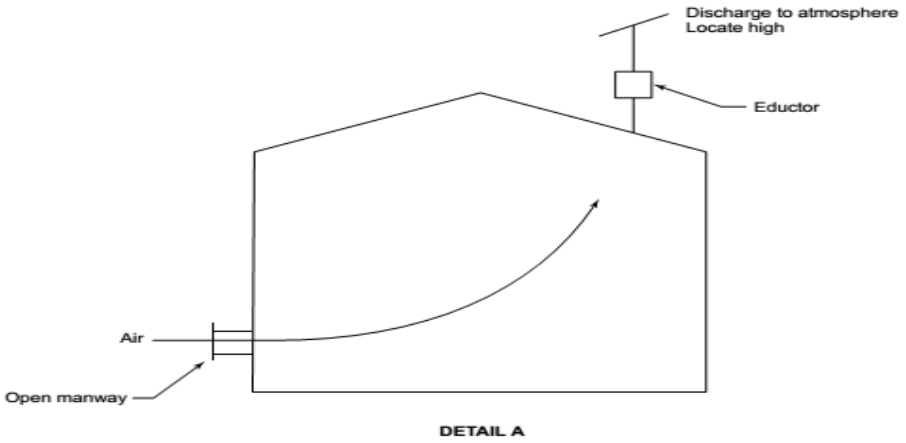
روش سوم- یک دمنده هوا (ممکن است از یک دمنده از نوع فن با قطعات متحرک استفاده شود) روی یک دریچه باز بدنه با یک اتصال نشت‌بند، نصب و هم‌بندسازی شود. دریچه سقف و تمام دریچه‌های دیگر بدنه را تا زمانی که دمنده نصب شود، بسته نگه‌داشته تا خروج بخار یا گاز از طریق دریچه باز پایین بدنه، به حداقل برسد. سپس درپوش دریچه سقف را برداشته و فوراً دمنده راه‌اندازی شود. دریچه‌های بدنه و سقفی که باید باز شوند باید به گونه‌ای انتخاب شوند که تهویه قدرت و بازدهی کافی برای حذف بخار/ گاز را فراهم نماید.

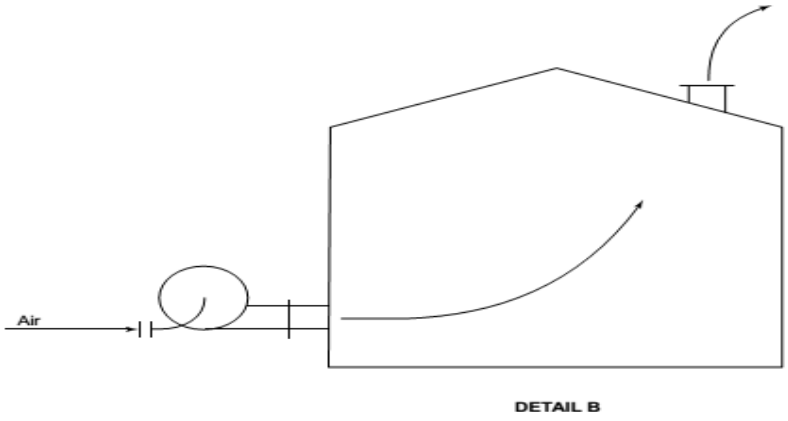
وقتی هوا به داخل مخزن دمیده می‌شود، فشار کمی در داخل مخزن ایجاد می‌کند که مخلوط بخار/ گاز در هوا را از طریق دریچه روی سقف، از مخزن خارج می‌کند.

[1] annular-open support

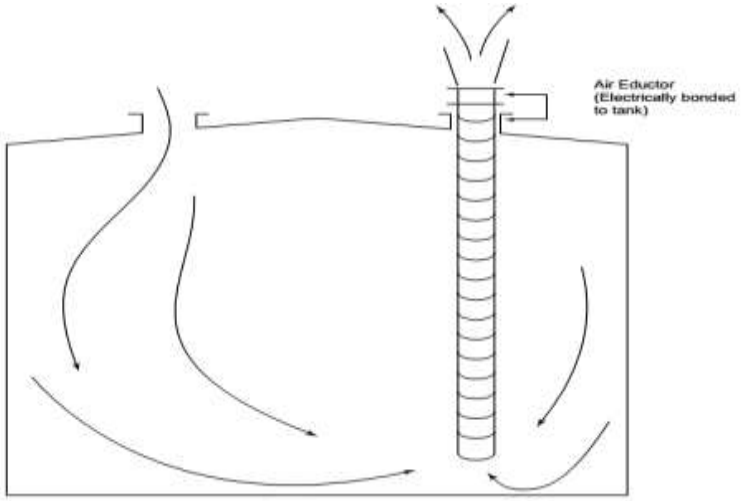
روش چهارم- یک دمنده هوا (ممکن است از یک دمنده از نوع فن با قطعات متحرک استفاده شود) روی یک دریچه باز بدنه با یک اتصال نشت‌بند، نصب و هم‌بندسازی شود. دریچه روی سقف و تمام دریچه‌های دیگر بدنه را تا زمانی که دمنده نصب شده است بسته نگه‌داشته تا خروج بخار از منافذ باز پایین بدنه، به حداقل برسد. سپس درپوش دریچه دوم بدنه، برداشته شود، یک زانویی و یک کانال عمودی را برای بیرون راندن بخار/ گاز به یک سیستم گاززدایی (در صورت نیاز) یا تا حد امکان بالاتر (حداقل ۱۲ فوت) از سطح زمین متصل و فورا دمنده، راه‌اندازی گردد. دریچه‌های بدنه که لازم است باز شوند، باید به گونه‌ای انتخاب شوند که تهویه، قدرت کافی برای حذف بخار/ گاز فراهم شود. هوا به داخل مخزن دمیده می‌شود و فشار کمی در داخل مخزن ایجاد می‌کند که مخلوط بخار/ گاز در هوا، از بالای مسیر خروجی، خارج می‌کند.

روش پنجم- یک مکنده نوع ونتوری، روی یک دریچه باز پایین بدنه با اتصال نشت‌بند، نصب و هم‌بندسازی شود. دریچه روی سقف و تمام دریچه‌های دیگر بدنه، تا زمان نصب مکنده بسته نگه داشته تا خروج بخار/ گاز به حداقل برسد. یک زانویی و یک کانال عمودی به مکنده متصل شود تا بخار/ گاز تا حد امکان بالاتر (حداقل ۱۲ فوت) از سطح زمین خارج شود یا بخارها یا گازها را به سیستم گاززدایی (در صورت لزوم) هدایت کند. سپس یک دریچه سقفی یا درپوش دریچه بدنه برداشته شده و فورا مکنده، راه‌اندازی شود. دریچه سقف یا بدنه که لازم است باز شود باید به گونه‌ای انتخاب شود که تهویه بتواند قدرت کافی و بازدهی برای حذف بخار/ گاز را فراهم کند. هوا از طریق دریچه باز به مخزن کشیده می‌شود و فشار کمی در داخل مخزن ایجاد می‌کند زیرا مکنده مخلوط بخار/ گاز در هوا را از طریق مسیر خروجی اگزوز، خارج می‌کند.





شکل شماره (۵)- نمونه‌ای از چیدمان سیستم تهویه



شکل شماره (۶)- نمونه‌ای از تخلیه گاز مخزن سقف ثابت

۷-۱-۲-۴- تخلیه بخار/ گاز مخزن سقف شناور خارجی

روش‌های مختلفی برای تخلیه مکانیکی بخارات از مخازن سقف شناور خارجی وجود دارد، مشابه روش‌هایی که برای عاری‌سازی بخار از مخازن سقف ثابت (مخروطی) استفاده می‌شود، از جمله موارد زیر (محدود به آنها نمی‌باشد)، شکل شماره (۷) نمونه‌هایی از عاری‌سازی بخار از مخزن سقفی شناور خارجی می‌باشد.

روش اول- ممکن است بخارهایی در بالای سقف شناور خارجی وجود داشته باشد. با نصب یک ونتوری بالای سقف، بخارات و گازهای انباشته شده را به صورت مکانیکی تخلیه نمایید. به این منظور با اتصال یک کانال به قسمت ورودی مکنده در بالای دیواره مخزن و هدایت آن بر روی سقف مخزن نسبت به تخلیه و پاکسازی بخارات انباشته شده بر روی سقف اقدام شود.

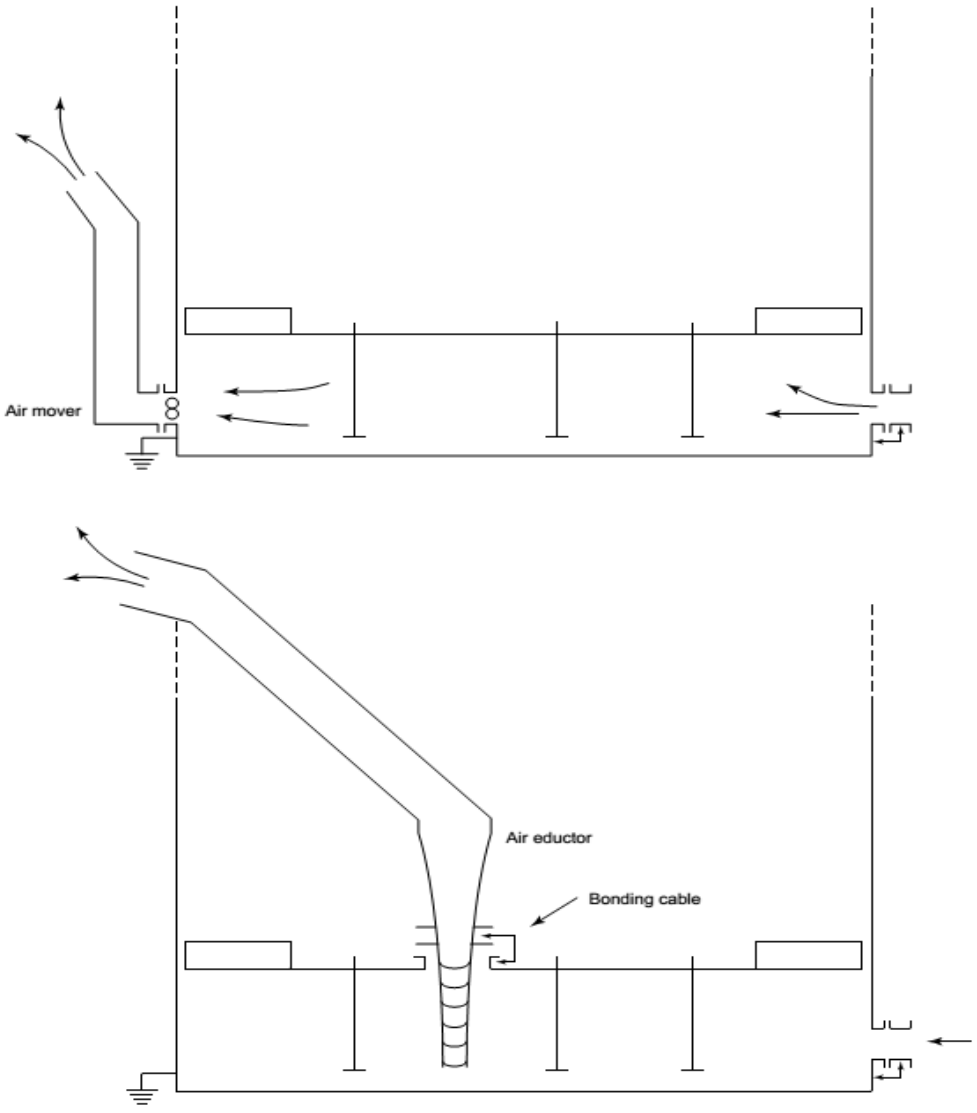
پس از اینکه اتمسفر بالای سقف شناور خارجی در سطوح قابل قبول برای ورود قرار گرفت، مکنده به روی سقف جابجا و پس از همبندسازی، بر روی یک دریچه باز یا Hatch (در صورت وجود) روی سقف شناور خارجی متصل شود. یک کانال قابل انعطاف از قسمت خروجی مکنده، به بالا و خارج از بدنه مخزن کشیده شود. در حالی که دریچه‌های پایین بدنه هنوز بسته هستند، مکنده با شدت جریان کم راه‌اندازی شود تا یک فشار منفی جزئی در داخل مخزن ایجاد کند.

توجه: قبل از باز شدن دریچه پایین بدنه، فشار منفی داخل مخزن باید به حداقل برسد تا از تغییر حالت ورق بدنه و سقف به سمت داخل و آسیب عمده به مخزن جلوگیری شود.

این روش یک اختلاف فشار جزئی ایجاد می‌کند به طوری که هنگام برداشتن درپوش دریچه پایین بدنه، از انتشار بخارات در سطح زمین جلوگیری شود. دریچه‌ای از بدنه که لازم است باز شود باید به گونه‌ای انتخاب شود که تهویه، قدرت و بازدهی کافی برای تخلیه بخار را فراهم نماید. پس از برداشتن درپوش دریچه بدنه، می‌توان مکنده هوا را با ظرفیت کامل به کار گرفت. همانطور که هوای تازه از طریق دریچه پایین بدنه وارد مخزن می‌شود، بخارات در بالا، خارج از بدنه تخلیه می‌شوند. سایر دریچه‌های پایین بدنه، ممکن است متعاقباً باز شوند، مشروط بر اینکه مکنده ظرفیت و بازدهی کافی را داشته باشد تا هوای تازه از تمام دریچه‌های باز وارد شود و بخارات اجازه خروج از دریچه‌های پایین بدنه را نداشته باشند.

روش دوم- هنگامی که استفاده از دریچه‌های بدنه به دلایلی قابل استفاده نمی‌باشند ممکن است یک مکنده نوع ونتوری (بدون قطعات متحرک) نصب و هم‌بندسازی شود و پس از آزادشدن بخار بالای سطح سقف، با یک اتصال نشت‌بند، روی یک دریچه باز روی سقف شناور خارجی مخزن، نصب شود. یک کانال قابل انعطاف، قسمت ورودی مکنده وصل شود و به داخل مخزن تا نزدیک به کف مخزن امتداد داده شود.

کانال دیگری از مکنده به سمت بالا و خارج از بدنه مخزن کشیده شود. دومین دریچه آدم رو سقف شناور خارجی، دریچه آدم رو، Hatch یا ونت‌ها، برای تامین هوای تازه باز می‌شوند (و دریچه آدم‌روی بدنه بسته می‌ماند). دهانه یا دریچه‌ها باید طوری انتخاب شوند که تهویه، قدرت و بازدهی کافی برای تخلیه بخار را فراهم کند. بخار سنگین که از نزدیک کف مخزن مکیده می‌شود، از کانال منعطف خروجی مکنده به سمت بالا جریان می‌یابد و در بالا و خارج از بدنه مخزن تخلیه می‌شود. هنگام استفاده از این روش زمانی که فقط یک دریچه آدم‌رو سقفی در دسترس است، یک مکنده کوچکتر با یک ساپورت باز حلقوی، اجازه می‌دهد تا هوای تازه از دریچه آدم‌رو به مخزن وارد شود.



شکل شماره (۷)- تخلیه گاز از مخزن سقف شناور

روش سوم- برای تخلیه بخار موجود در فضای زیر یک سقف شناور خارجی، یک دمنده هوا روی یک دریچه آدم‌رو پایین بدنه با اتصال نشت‌بند، نصب و هم‌بندسازی شود. دریچه آدم‌رو روی سقف و دیگر دریچه‌های آدم‌رو بدنه، تا زمانی که دمنده نصب شود را، بسته نگه‌داشته تا خروج بخار از دریچه آدم‌رو باز پایین بدنه به حداقل برسد. یک کانال عمودی را به یک دریچه آدم‌رو، Hatch یا دهانه باز روی سقف شناور خارجی که برای ایجاد تهویه با قدرت کافی برای حذف بخار انتخاب شده است، وصل گردد و آن را به بالا و خارج از بدنه مخزن گسترش دهد. دمنده هوا را روی دریچه آدم‌رو قرار داده تا هوا به داخل مخزن دمیده شود و فشار کمی در داخل مخزن ایجاد کند که مخلوط بخار و هوا را از طریق مسیر خروجی تعبیه شده، تخلیه کند. به عنوان جایگزین، یک کانال ممکن است به یک دریچه آدم‌رو بدنه (ضلع مقابل) متصل و انتخاب شود تا تهویه، قدرت و بازدهی کافی برای تخلیه بخار را فراهم کند و به گونه‌ای گسترش یابد که بخارات تا حد ممکن (حداقل ۱۲ فوت [۳,۷ متر]) بالاتر از سطح زمین و یا به یک سیستم گاززدایی (در صورت نیاز) تخلیه شوند.

روش چهارم- به عنوان یک روش جایگزین برای از بین بردن بخارات از فضای زیر سقف شناور، یک مکنده نوع ونتوری روی یک دریچه آدم‌رو پایین بدنه با اتصال نشت‌بند، نصب و همبند شود. دریچه آدم‌رو روی سقف و تمام دریچه‌های آدم‌رو دیگر بدنه، تا زمان نصب مکنده، بسته نگه‌داشته شود تا خروج بخار از دریچه‌های باز پایین بدنه، به حداقل برسد. مکنده را روی دریچه آدم‌رو قرار داده تا بخار را از مخزن خارج کند و کمی فشار منفی در داخل مخزن ایجاد کند.

یک زانو و یک کانال عمودی به خروجی مکنده متصل شود و آن را امتداد داده تا بخارات تا حد امکان (حداقل ۱۲ فوت [۳,۷ متر]) بالاتر از سطح زمین یا به یک سیستم گاززدایی (در صورت لزوم) تخلیه شوند. یک دریچه آدم‌رو بدنه (ضلع مقابل) باز شود، تا برای ایجاد تهویه، قدرت و بازدهی کافی برای حذف بخار را داشته و هوا وارد مخزن شود.

روش پنجم- برای مخازن سقف شناور خارجی با قطر کوچک که فقط یک دریچه آدم‌رو بر روی بدنه دارند، روی این دریچه یک مکنده با اتصال نشت‌بند نصب و هم‌بندسازی شده تا بخارات از مخزن خارج شود. برای تخلیه بخار در زیر سقف، هوا از طریق نازل‌های اتصال لوله باز و از طریق ناحیه نشت‌بند سقف شناور به داخل کشیده می‌شود. سقف‌های شناور معمولاً مجهز به دریچه‌ای هستند که با قرار گرفتن سقف روی پایه-های آن، باز می‌شود.

هوا می‌تواند از طریق این دهانه به داخل کشیده شود تا گردش بیشتری ایجاد کند. یک زانو و یک کانال عمودی به خروجی مکنده متصل شده و آن را امتداد داده تا بخارات تا حد امکان (حداقل ۱۲ فوت [۳,۷ متر]) بالاتر از سطح زمین یا به یک سیستم گاززدایی (در صورت لزوم) تخلیه شوند.

۷-۱-۲-۵- عاری‌سازی مکانیکی بخار/ گاز مخزن سقف شناور داخلی

بخارات ممکن است در بالا یا زیر سقف شناور داخلی و خارجی وجود داشته باشد. بنابراین، تمام روش‌های تخلیه مکانیکی بخارات از این مخازن مستلزم آن است که فضای بین سقف ثابت خارجی مخزن و سقف شناور و فضای بین سقف شناور و کف مخزن به عنوان دو قسمت مجزا در نظر گرفته شود. روش هایی برای تخلیه بخارات از مخازن سقف شناور داخلی وجود دارد که شامل موارد زیر است، (اما محدود به این موارد نیست):

بخار فضای بین سقف ثابت و سقف شناور ممکن است به صورت مکانیکی به روش‌های زیر آزاد شود:

روش اول- برای حذف بخار موجود بین سقف ثابت و سقف شناور، یک مکنده از نوع ونتوری بر روی یک دریچه آدم‌رو روی سقف ثابت مخزن، نصب و هم‌بندسازی شود. یک کانال انعطاف‌پذیر به قسمت ورودی مکنده که به داخل مخزن (فضای بین سقف ثابت و شناور) کشیده شده و نزدیک سقف شناور امتداد پیدا کرده، متصل شود. هوای تازه از طریق منافذ بدنه[1] که بالای سقف شناور قرار دارند یا دیگر دریچه‌های آدم‌رو یا منافذ سقف به داخل کشیده می‌شود. بخار سنگین از نزدیک سقف شناور کشیده می‌شود، از طریق کانال به سمت بالا جریان می‌یابد و از بالای سقف تخلیه می‌شود. قسمت‌های انتهایی کانال باید به قسمت‌های مختلف سقف شناور جابجا شده تا اطمینان حاصل شود که بخارات در هیچ نقطه‌ای باقی نمی‌مانند. دریچه‌های آدم‌رو بدنه(قسمت زیرین سقف شناور) باید در طول این عملیات بسته شوند تا از خروج بخارات از زیر سقف شناور از طریق ناحیه نشت‌بند[2] جلوگیری شود.

روش دوم- یک دمنده هوا روی یک دریچه آدم‌رو روی سقف ثابت مخزن نصب و هم‌بندسازی شود. یک کانال انعطاف‌پذیر به دمنده وصل و تا بالای سقف شناور پایین آورده شود. دمنده راه‌اندازی می‌شود و هوای تازه در سطح سقف شناور به مخزن وارد می‌شود و در مقایسه با جو محیط، فشار کمی را در داخل مخزن ایجاد می‌کند. بخارات از طریق منافذ بدنه که بالای سقف شناور قرار دارند و منافذ بالای مخزن، تخلیه می‌شوند.

[1] shell eave vents
[2] seal area

توجه: دریچه‌های آدم‌رو بدنه (قسمت زیرین سقف شناور) ممکن است باز باشند و از قسمت پایین مخزن ممکن است در طول این عملیات، بخار آزاد شود.

روش‌های مختلفی برای تخلیه مکانیکی بخار فضای زیر سقف شناور داخلی وجود دارد که مشابه روش‌هایی است که برای تخلیه بخار/ گاز مخازن سقف ثابت استفاده می‌شود، از جمله موارد زیر (اما محدود به این موارد نیست):

روش اول- پس از اینکه اتمسفر بالای سقف شناور داخلی در سطوح قابل قبول برای ورود قرار گرفت، یک مکنده ونتوری روی دریچه آدم‌رو یا روی سقف ثابت خارجی مخزن متصل کرده و هم‌بندسازی شود. یک کانال انعطاف‌پذیر از قسمت ورودی مکنده بیرون آورده و به دریچه‌های آدم‌رو، Hatch یا منافذ باز[1] روی سقف شناور متصل شود. به منظور پیشگیری از ایجاد آلودگی مجدد فضای بسته مابین سقف ثابت و خارجی، لازم است کانال هدایت شده به داخل مخزن از طریق دریچه روی سقف به طور کامل نشت‌بندی شود. همچنین به عنوان روش جایگزین می‌توان مکنده را به طور مستقیم روی دریچه سقف شناور نصب و بخارات را از طریق اتصال کانال به اتمسفر بیرون از مخزن تخلیه کرد. در حالی که دریچه‌های آدم‌رو پایین بدنه هنوز بسته هستند، مکنده با شدت جریان کم، راه‌اندازی می‌شود تا یک فشار منفی جزئی در داخل مخزن ایجاد شود.

توجه: قبل از باز کردن دریچه آدم‌رو پایین بدنه، فشار منفی داخل مخزن باید به حداقل برسد تا از تغییر حالت ورق بدنه و سقف در اثر مکش ایجاد شده و آسیب عمده مخزن جلوگیری شود.

این روش یک اختلاف فشار ایجاد می‌کند به طوری که هنگام برداشتن درپوش دریچه آدم‌رو پایین بدنه، بخار/ گازی در سطح زمین آزاد نمی‌شود. دریچه آدم‌رو بدنه‌ای که لازم است باز شود، باید به گونه‌ای انتخاب گردد که تهویه، قدرت و بازدهی کافی برای حذف بخار/ گاز را فراهم نماید. پس از برداشتن درپوش دریچه آدم‌رو بدنه، مکنده ممکن است با ظرفیت کامل کار کند. همان‌طور که هوای تازه از طریق دریچه آدم‌رو پایین بدنه وارد مخزن می‌شود، بخارات در بالا، خارج از سقف ثابت تخلیه می‌شوند. سایر دریچه‌های پایین بدنه ممکن است متعاقباً برداشته شوند، مشروط بر اینکه مکنده ظرفیت کافی را داشته باشد تا هوای تازه از تمام دریچه‌های باز وارد شود و بخارات اجازه خروج از دریچه‌های آدم‌رو پایین بدنه را نداشته باشند.

روش دوم- هنگامی که استفاده از دریچه‌های آدم‌روی بدنه برای ورود هوای تازه به مخزن قابل استفاده نباشد، به منظور تزریق هوای تازه به درون مخزن، پس از خارج‌کردن بخارات از سطح بالای سقف شناور و

[1] opening

نصب مکنده بر روی دریچه سقف ثابت و یا بر روی یکی از دریچه‌های سقف شناور داخلی، یک کانال انعطاف‌پذیر که یک سر آن خارج از مخزن قرار دارد و سر دیگر آن به یکی از ونت‌ها و یا به طور مستقیم به فضای زیر سقف شناور هدایت شده باشد، هوای تازه را به قسمت‌های پایین مخزن تزریق می‌نماید. هنگام استفاده از این روش زمانی که فقط یک دریچه آدم‌رو سقفی در دسترس است، یک مکنده کوچکتر با یک ساپورت باز حلقوی از دریچه آدم‌رو به هوای تازه اجازه ورود به مخزن را می‌دهد. (به طور جایگزین، هوا می‌تواند مستقیماً از قسمت بالای سقف شناور داخلی به قسمت پایین مخزن کشیده شود). هوای تازه به دلیل فشار منفی ایجاد شده به دلیل خارج‌شدن بخار سنگین از نزدیک کف مخزن وارد مخزن می‌شود. بخار از طریق مکنده به سمت لوله جریان می‌یابد و در بالا و خارج از سقف مخزن تخلیه می‌شود.

روش سوم- برای تخلیه بخار/ گاز فضای زیر یک سقف شناور داخلی، یک مکنده نوع ونتوری روی یک دریچه آدم‌رو باز بدنه (قسمت زیرین سقف شناور)، نصب و هم‌بندسازی شود. تمام دریچه‌های آدم‌رو و منافذ باز دیگر بدنه را تا زمان نصب مکنده، بسته نگه‌داشته تا خروج بخار/ گاز به حداقل برسد. یک زانو و یک کانال عمودی به مکنده متصل گردد تا بخار را تا حد امکان (حداقل ۱۲ فوت [۳,۷ متر]) بالاتر از سطح زمین یا به یک سیستم گاززدایی (در صورت نیاز) وصل کند. سپس درپوش دیگر دریچه آدم‌رو بدنه را برداشته و مکنده فوراً راه‌اندازی شود. دریچه آدم‌رو بدنه‌ای که لازم است باز شود، باید به گونه‌ای انتخاب گردد که دریچه‌ها روبروی یکدیگر باشند و تهویه مناسب برای حذف بخار فراهم شود. هوا از طریق دریچه آدم‌رو باز به مخزن مکیده می‌شود و فشار کمی در داخل مخزن ایجاد می‌کند که مخلوط بخار و هوا را از طریق کانال، خارج می‌کند.

روش چهارم- یک دمنده هوا روی یک دریچه آدم‌رو باز بدنه(قسمت زیرین سقف شناور) با یک اتصال نشت‌بند، نصب و هم‌بندسازی شود. دریچه‌های آدم‌رو سقف بیرونی و داخلی، در طول این عملیات بسته نگه‌داشته شود. تا زمانی که دمنده نصب شود، تمام دریچه‌های آدم‌رو بدنه و منافذ باز را بسته نگه داشته تا خروج بخار از طریق دریچه آدم‌رو باز پایین بدنه، به حداقل برسد. سپس درپوش دومین دریچه آدم‌رو که برای ایجاد تهویه مناسب، برای حذف بخار انتخاب شده است، برداشته شود. یک زانویی و یک کانال عمودی را برای بیرون راندن بخار/ گاز تا حد امکان (حداقل ۱۲ فوت [۳,۷ متر]) از سطح زمین یا به یک سیستم گاززدایی (در صورت لزوم) متصل شود و فورا دمنده، روشن گردد. هوا به داخل مخزن دمیده می‌شود و فشار کمی در داخل مخزن ایجاد می‌کند که مخلوط بخار/ گاز در هوا را از بالای کانال، خارج می‌کند.

توجه: برای فضاهای آزادکننده بخار در بخش‌هایی از مخازن سقف شناور داخلی/ خارجی مانند پانتون‌ها، ستون‌ها، کف دوبل و غیره به نکات زیر توجه گردد:

✓ خطرات بالقوه احتمالی تعیین شده و اقدامات احتیاطی و رویه‌های تشریح شده در استاندارد ANSI/API 2015 و همچنین این راهنما هنگام پمپاژ، عاری‌سازی از گاز و گاززدایی (در صورت نیاز) و تهویه مخازن سقف شناور، مورد توجه قرار گیرد.

✓ با گذشت زمان، نشت مایعات یا بخار از پانتون‌ها، پنل‌های فوم شناور[1] و سایر دستگاه‌های شناور، lining و نشت‌بندها، ستون‌ها، کف دوبل و سایر نقاط مرتبط ممکن است منجر به تولید و انباشته شدن بخارات سمی یا قابل اشتعال در اتمسفر مخزن، هم در بالا و هم در زیر سقف شناور و بین دو کف شود. لذا تشخیص اولیه ایمن بودن مخزن از لحاظ بخارات و گازها، نمی‌تواند مبنای ایمن‌بودن شرایط مخزن با گذشت زمان باشد. یک فرد واجد شرایط باید کل مخزن را بازرسی کرده و مناطق بالقوه‌ای را که ممکن است پس از انتشار اولیه بخار و عاری‌سازی از گاز (گاززدایی) به انتشار مایع یا بخار هیدروکربنی ادامه دهند، آزمایش کند.

✓ ناظران عملیات ورود به داخل مخزن باید اطمینان حاصل کنند که تمام مایعات و بخارات (بالاتر از حد مجاز) از پانتون‌ها، ستون‌ها، سامپ‌ها، کف دوبل، لوله‌های داخلی و نشت‌بندها، دستگاه‌های شناور فوم، lining و عایق‌ها در اثر پاکسازی به وسیله گاز بی‌اثر، جابه‌جایی آب یا تهویه با هوای تازه قبل از ورود به مخزن حذف شده‌اند.

توجه: برای ورود به پانتون‌ها و سایر فضاهای مخزن، اخذ پروانه ورود به فضای بسته الزامی است.

✓ احتمالا تجمع بخارات در زیر سقف شناور داخلی بیشتر است، زیرا ممکن است مایع در ساختار پوششی مواد شناوری[2]، پانتون‌ها و نشت‌بندها باقی بماند. لذا باید رویه‌هایی را برای عاری‌سازی از بخار / گاز، گاززدایی (در صورت لزوم)، تهویه، گازسنجی و ورود به فضاهای بسته زیر سقف‌های شناور که بر روی پایه‌های پایینی قرار دارند، تهیه و ناظران ورود آن را اجرا کنند.

۷-۱-۳- تخلیه بخار/ گاز بوسیله بخار آب[3]

۷-۱-۳-۱- خطرات تخلیه گاز/ بخار بوسیله بخار آب

اگرچه جابجایی و پاکسازی بخار/ گاز با بخار ممکن است در موارد خاص سودمند باشد، اما استفاده از بخار آب در صورت وجود پتانسیل یک جو قابل اشتعال در مخزن، خطرات بیشتری را ایجاد می‌کند. نازل‌های جت‌های بخار آب، مولد الکتریسیته ساکن در نازل ورودی و اجسام داخل مخزن هستند که بخار آب به آنها

[1] buoyant foam panels
[2] envelope construction of flotation material
[3] steam vapour freeing

برخورد می‌کند. علاوه بر این، بخار آب در مدت زمان کوتاهی بار الکترواستاتیکی را در مه[1] ایجاد می‌کند. این شارژ می‌تواند جرقه‌هایی ایجاد کند که منجر به اشتعال بخارات قابل اشتعال شود.

۷-۱-۳-۲- ملاحظات استفاده از بخار آب

برای به حداقل رساندن تجمع الکترواستاتیک هنگام استفاده از بخار آب، اقدامات احتیاطی زیر لازم است:

✓ لوله یا نازلی که از طریق آن بخار آب تخلیه می‌شود باید به طور الکتریکی با مخزن هم‌پتانسیل (همبند) شود. با این حال، این همبندسازی مانع از ایجاد بار الکترواستاتیک در داخل مخزن نمی‌شود.

✓ جریان بخار آب به داخل مخزن نیز ممکن است پس از خروج بخار از نازل یا انتهای لوله، الکتریسیته ساکن ایجاد کند، بنابراین خود مخزن باید به زمین متصل (هم‌پتانسیل) شود.

✓ ممکن است بار روی یک جسم عایق الکتریکی در داخل مخزن جمع شود و هنگامی که جسم به اندازه کافی به هر قسمت از مخزن نزدیک شود، تخلیه الکتریسته ساکن ایجاد کند و منجر به جرقه شود. بنابراین، اجسام نارسانا که در معرض برخورد بخار آب یا کندانس‌شدن قرار دارند، نیز باید به صورت الکتریکی به بدنه مخزن همبند شوند.

۷-۱-۳-۳-دستورالعمل عاری‌سازی بخار/ گاز با بخار آب

بخار آب باید با سرعت کافی وارد شود تا دما را در سرتاسر مخزن تا حداقل ۱۷۰ درجه فارنهایت (۷۷ درجه سانتی‌گراد) افزایش دهد. میزان تامین بخار آب باید از میزان کندانس شدن آب بیشتر شود، در این حالت تمام مخزن گرم شده است. اغلب، بخار آب موجود ممکن است برای انجام این کار ناکافی باشد، به ویژه در هوای سرد یا زمانی که در مخازن بزرگ استفاده می‌شود.

در صورت استفاده از بخار آب به موارد زیر توجه شود:

✓ دمای بخار آب نباید از نقطه خود اشتعالی[2] محصول موجود در مخزن تجاوز کند.

✓ اگر دمای مخزن به زیر ۱۷۰ درجه فارنهایت (۷۷ درجه سانتی‌گراد) برسد، بخار به همان سرعتی که وارد می‌شود متراکم شده و بخار/ گاز، خارج نمی‌شود.

[1] mist
[2] auto ignition temperature

✓ بخار باید از طریق یک اتصال نزدیک به پایین مخزن وارد شود و دریچه آدم‌رو سقف (دریچه Hatch[1])، باید در طول کل عملیات باز بماند. این کار از ایجاد فشار بیش از حد در هنگام بخارزنی جلوگیری می‌کند و باعث جلوگیری از ایجاد خلاء در هنگام خنک‌شدن می‌شود.

✓ هنگام استفاده از بخار آب برای عاری‌سازی بخار/ گاز درون مخزن، باید هواگیری کافی به منظور جلوگیری از ایجاد خلاء ناشی از کندانس‌شدن فوری بخار آب انجام شود.

۷-۱-۳-۴- عاری‌سازی بخار/ گاز مخازن کوچک با بخار آب

عاری‌سازی بخار/ گاز ممکن است برای مخازن کوچک حاوی اتمسفر اولیه بخار/ گاز در هوا که آزمایش شده و بالاتر از حد بالای قابل اشتعال است، مناسب باشد.

✓ تزریق بخار آب از طریق یک اتصال لوله‌کشی تضمین می‌کند که اتمسفر مخزن توسط بخار آب جابجا شده و هرگز در محدوده قابل اشتعال، وارد نمی‌شود.

✓ برای این‌که این روش در عاری‌سازی تمام بخار/ گاز موثر باشد، میزان بخار آب باید به اندازه کافی بالا باشد تا یک ستون بخار آب کافی از یک دریچه آدم‌رو یا دیگر دریچه‌ها در بالای مخزن تولید شود. مسیر خروجی باید در مقابل ورودی بخار آب قرار گیرد تا از پاکسازی کامل داخل مخزن اطمینان حاصل شود.

۷-۱-۴- پاکسازی بوسیله گاز بی‌اثر

یکی دیگر از روش‌های عاری‌سازی بخار/ گاز درون مخزن، تخلیه بخار/ گاز از مخزن با گاز بی‌اثر است. این روش به یک منبع گاز بی‌اثر نیاز دارد.

۷-۱-۴-۱- ملاحظات پاکسازی

پاکسازی با گاز بی‌اثر، تمام هوا (اکسیژن) مخزن را به همراه بخار/ گاز خارج می‌کند. در نتیجه اتمسفر داخل مخزن در شرایط IDLH قرار می‌گیرد. مخازن پاکسازی شده باید به عنوان فضاهای بسته طبقه‌بندی شوند و ورود فقط مطابق با راهنمای ورود به فضای بسته به شماره MOP-HSE-Gl-202 مجاز است. علاوه بر الزامات مندرج در راهنمای ورود به فضای بسته، اهم موارد زیر مورد تاکید است (محدود به این موارد نمی باشد):

✓ ناظران عملیات ورود به داخل مخزن باید اطمینان حاصل کنند که مخزن به طور کامل با هوای تازه تهویه می‌شود و تمام گازهای پاکسازی قبل از ورود به مخزن خارج شده است و کار تمیزکردن مخزن در شرایط

[1] gauge hatch

ناایمن فضای بسته، غیرمجاز است. قبل از ورود، باید اتمسفر مخزن آزمایش شود تا اطمینان حاصل گردد که شرایط، صدور پروانه ورود را برآورده می‌کند.

- ✓ در حین و پس از پاکسازی، دریچه‌های آدم‌رو باید دارای علائم هشداردهنده و/ یا وسایل محدودکننده باشند تا از ورود به مخزن تا زمانی که جو مخزن آزمایش شده و ایمن‌بودن آن مشخص شود، جلوگیری شود.
- ✓ در هنگام تهویه باید اقدامات احتیاطی انجام شود، زیرا مخلوط هوا، گاز پاکسازی و بخارات یا گاز قابل اشتعال، می‌تواند در محدوده قابل انفجار باشد.
- ✓ دمای گاز خنثی نباید از دمای محیط یا نقطه خوداشتعالی محصول یا مایع در مخزن بیشتر باشد.

۷-۱-۴-۲- روش‌های پاکسازی

حذف بخارات/ گازهای قابل اشتعال یا سمی از مخزن با گاز بی‌اثر، از طریق رقیق‌سازی یا جابجایی انجام می‌شود.

روش اول- رقیق‌سازی

رقیق‌شدن زمانی اتفاق می‌افتد که هوا، بخار و گازهای قابل اشتعال در مخزن با گاز خنثی ورودی مخلوط می‌شوند تا مخلوطی همگن در سراسر مخزن ایجاد کنند. با پیشرفت رقیق‌سازی، غلظت هوا، بخار قابل اشتعال و سمی در مخزن کاهش می‌یابد. با بیرون راندن مخلوط هوا، بخار/ گاز از مخزن، اتمسفر مخزن به طور فزاینده‌ای، بی‌اثر (خنثی) می‌شود.

- ✓ هنگام استفاده از روش رقیق‌سازی، گاز خنثی باید با سرعت کافی به کف مخزن تزریق شود تا با بخارات سنگین‌تری که در قسمت پایین مخزن تجمع می‌کنند، مخلوط شود.
- ✓ گاز خنثی، هوا، بخار قابل اشتعال و سمی باید از مخزن تا حد امکان (حداقل ۱۲ فوت [۳,۷ متر]) بالاتر از سطح زمین (در صورت لزوم با استفاده از کانال انعطاف‌پذیر) یا سیستم گاززدایی (در صورت نیاز)، از مخزن خارج شود.

روش دوم- جابجایی

از آن‌جایی که گاز خنثی که برای جابجایی استفاده می‌شود معمولاً سبک‌تر از بخارات هیدروکربن است، باید به بالای مخزن تزریق شود تا بخارات هیدروکربنی سنگین‌تر را از اتصالات پایین بدنه، خارج کند.

- ✓ روش جابجایی مستلزم آن است که گاز خنثی با سرعت بسیار پایین تزریق شود تا یک حائل پایدار بین گاز خنثی و بخار قابل اشتعال در مخزن ایجاد شود (مقدار کمی رقیق‌سازی در سطح مشترک رخ خواهد داد).
- ✓ با استفاده از کانال انعطاف‌پذیر، هوا، گاز سمی و مخلوط قابل اشتعال از مخزن تا حد امکان (حداقل ۱۲ فوت [۳,۷ متر]) بالاتر از سطح زمین یا به سیستم گاززدایی (در صورت نیاز) خارج می‌شود.

۷-۱-۴-۳- دستورالعمل پاکسازی

روش‌های مورد استفاده برای پاکسازی مخازن سقف ثابت و سقف شناور مشابه روش‌هایی است که برای تخلیه مکانیکی بخار و گاز استفاده می‌شود. الزامات تکمیلی شامل موارد زیر است (اما به آنها محدود نیست):

- ✓ همه دریچه‌های آدم‌رو بسته شوند، به جز ورودی گاز خنثی و خروجی مخلوط بخار/ گاز.
- ✓ تمام اتصالات سیستم تزریق گاز خنثی، به مخزن همبندسازی شود.
- ✓ گاز خنثی با فشار کم تزریق شود تا تجمع الکتریسته ساکن به حداقل برسد.
- ✓ در انتها، مخزن تهویه شده و قبل از ورود افراد، گاز خنثی با هوای تازه جایگزین شود.

۷-۱-۵- عاری‌سازی بخار/ گاز با آب

عاری‌سازی بخارات/ گازهای قابل اشتعال سمی با پر کردن مخزن با آب، روشی مناسب برای تخلیه بخار/ گاز مخازن سقف ثابت کوچک، مخازن افقی و کروی است. در صورت استفاده از این روش، موارد زیر در نظر گرفته شود:

- ✓ مخزن باید کاملاً با آب پر شده و تخلیه شود.
- ✓ فرایند پر کردن و تخلیه ممکن است نیاز به تکرار داشته باشد تا اطمینان حاصل شود که تمام بخارات و گازها تخلیه شده است.
- ✓ در طول مدت زمان پر کردن، بخار قابل اشتعال باید از مخزن تا حد امکان (۱۲ فوت [۳,۷ متر]) بالاتر از سطح زمین یا به سیستم گاززدایی (در صورت نیاز) خارج شود.
- ✓ پسماند/ پساب‌ها باید مطابق با الزامات مدیریت پسماند به درستی مدیریت، تصفیه یا دفع شوند.

۷-۱-۶- گاززدایی

گاززدایی از انتشار ترکیبات فرار آلی به اتمسفر در طول عملیات عاری‌سازی بخار/ گاز، تهویه، ورود افراد و تمیزکردن مخزن با جمع‌آوری یا تصفیه بخارات و گازهای خارج شده از مخزن، جلوگیری می‌کند و یا میزان انتشار را کاهش می‌دهد. هنگامی که گاززدایی مورد نیاز است، بخارات و گازهای جابجا شده باید برای مدت زمان لازم تا زمانی که برای انتشار بخارات مستقیما به جو مناسب شود، با سیستم کنترل گاززدایی (زباله‌سوز، کندانسور تبرید، اسکرابر، جذب یا متعادل‌کننده مایع) تخلیه گردد. تمام اقدامات احتیاطی مربوط به تخلیه بخار/ گاز در عملیات گاززدایی نیز اعمال می‌شود. در جدول شماره (۲) روش‌های گاززدایی مخزن مقایسه شده‌اند.

۷-۱-۶-۱- روش‌های گاززدایی

گاززدایی به روش‌های مختلفی از جمله موارد زیر انجام می‌شود، (محدود به این موارد نیست):

الف- اکسیداسیون حرارتی[1]

روش‌های اکسیداسیون حرارتی شامل مشعل مستقیم، موتور احتراق داخلی و سوزاندن کاتالیستی است. یک بازدارنده برگشت شعله[2]، برای جلوگیری از بازگشت شعله به مخزن، باید بر روی لوله یا کانال انعطاف‌پذیر مورد استفاده برای عبور بخارات از مخزن به اکسیدکننده حرارتی نصب شود. در زمان تخلیه بخار و گاز، سایر دریچه‌های آدم‌رو یا ونت‌های مخزن باید باز بماند تا در مخزن خلاء ایجاد نشود.

توجه: شیرهای فشار[3] باید در هنگام گاززدایی، فعال بمانند.

پایش مداوم دمای گاز خروجی بلافاصله در پایین دست زباله‌سوزهای مستقیم و دمای گاز ورودی و خروجی زباله‌سوزهای کاتالیستی، ممکن است برای اطمینان از اکسیداسیون مناسب، مورد نیاز باشد. شکل شماره (۸) نمونه‌ای از گاززدایی با اکسیداسیون حرارتی و شکل شماره (۹) نمونه‌ای از واحد اکسیداسیون حرارتی موتور احتراق داخلی می‌باشد.

✓ واحدهای مشعل قابل حمل[4] (اکسیداسیون شعله)، متشکل از یک کوره، دمنده، لوله‌کشی، سیستم کنترل و یک منبع سوخت پروپان، از شعله برای اکسیدکردن (سوزاندن) هیدروکربن‌ها استفاده می‌کنند. برای ایجاد احتراق مناسب، زمان ماند و دمای کافی مورد نیاز است.

---

[1] thermal oxidation
[2] flame detonation arrestor
[3] pressure valves
[4] portable burner

✓ موتورهای احتراق داخلی، بخارها را برای حذف مایعات از ظرف مایع‌گیر[۱] و برای حذف ذرات جامد از فیلترها عبور می‌دهند. سپس بخارات با هوا مخلوط شده و در موتور احتراق داخلی می‌سوزند.

✓ احتراق کاتالیزوری، بخارها را از روی یک کاتالیزور فعال عبور می‌دهد.

ب- تبرید (سردسازی)[۲]

سیستم‌های تبرید، بخار جابجا شده را با کندانس شدن، بازیابی می‌کنند. ممکن است مقررات ایجاب کند که اپراتور بر میزان جریان به کندانسور و دمای کندانسور نظارت داشته باشد. یک بازدارنده برگشت شعله باید در خط لوله قرار داده شود تا از برگشت شعله، جلوگیری شود. شکل شماره (۱۰) نمونه فرایند تبرید مخزن گاززدایی را نشان می‌دهد.

پ- جذب کربن[۳]

سیستم‌های جذب کربن، از کربن فعال برای حذف بخارات آلی فرار استفاده می‌کنند. دو یا چند کپسول کربن قابل حمل به صورت موازی استفاده می‌شوند، بنابراین می‌توان آن‌ها را تعویض کرد و در صورت اشباع شدن، آنها را جایگزین کرد. یک بازدارنده برگشت شعله باید در خط لوله مخزن تا کپسول قرار داده شود تا در صورت احتراق خود به خود در کپسول، از برگشت شعله جلوگیری شود. ممکن است یک سیستم پایش بخار آلی در خروجی واحد جذب کربن برای تعیین غلظت هیدروکربن‌های آزاد شده در جو نصب شود. شکل شماره (۱۱) نمونه مخزن گاززدایی با استفاده از کربن فعال می‌باشد.

توجه: احیا یا دفع کربن مصرف شده ممکن است نیاز به مجوز داشته باشد.

ت- تعادل آب/ مایع[۴]

تعادل مایع روشی است که در آن یک مایع آلی (در یک مخزن) که مشمول گاززدایی است با آب یا مایع دیگری (سوخت دیزل) که مشمول الزامات کیفیت هوا نیست، جابجا شود. بخار حاصل به شرط رعایت حدود مجاز و استانداردهای زیست‌محیطی، ممکن است به اتمسفر رها شود.

ث- رطوبت‌گیری[۵]

---

[1] knockout pots
[۲] refrigeration
[3] carbon adsorption
[۴] liquid balancing
[5] scrubbing

رطوبت‌گیری یک روش جذب فاز بخار است که به موجب آن بخارات آلی فرار به هیدروکربن دیگری با خطر کمتر یا فرار (هیدروکربن فرار دیگری) جذب شده و بازیافت می‌شوند.

جدول شماره (۲)- روش‌های گاززدایی مخازن

روش گاززدایی		کاربرد و ویژگی‌ها	عملکرد	احتیاطات ایمنی
حرارتی	واحدهای مشعل	* مخازن بزرگ یا کوچک عمدتاً هیدروکربنی * عملیات نسبتا آسان *کنترل‌های مشعل برای ایمنی در حالت قفل (اینترلاک) قرار داده شده و در عین حال می‌تواند به وسیله اپراتور از سرویس خارج گردد.	سریع و کارآمد، الزامات سختگیرانه هوا را برآورده می‌سازد.	* می‌تواند یک منبع اشتعال باشد. * ایمنی طراحی اکسیدایزر بسیار مهم و حیاتی است.
	واحدهای موتور احتراق	* نرخ جریان کم می‌تواند منجر به از سرویس خارج شدن طولانی مخزن گردد.	* به اندازه واحد مشعل کارایی ندارد.	*همان خطرات با این تفاوت که حریق برگشتی موتور، محتمل است. * واحد به شعله‌گیر بستگی دارد تا از برگشت شعله به مخزن جلوگیری نماید و طراحی شعله‌گیر و پایپینگ باید دقیق باشد تا از بروز حادثه جلوگیری نماید.
تبرید (سردسازی)		* مخازن بزرگ یا کوچک * در واحد مجتمع، منوط به نیازمندی‌های تعمیراتی با دقت به جزئیات و الزامات عملیاتی	* آهسته‌تر از روش حرارتی، ممکن است اکثر الزامات سختگیرانه را براورده نسازد.	
کربن فعال		* مخازن کوچک یا به عنوان واحدهای پاکسازی هوا روی تنفس مخزن و جابجایی هوا	* عالی * کربن مصرف شده باید دفع یا احیا شود و این امر برای مخازن بزرگتر غیرعملی است.	* می‌تواند یک منبع اشتعال باشد، به ویژه زمانیکه جریان عبوری از واحد متغیر یا متوقف می‌شود. * احتمال ایجاد نقاط داغ در هنگام استفاده از کربن‌های فعال شیمیایی بیشتر است.
تعادل آب		* عمدتا برای تغییرات موجودی در مخازن یا در زمانیکه سطح مایع مخزن به زیر موقعیت سقف فرود آمده (قرار گرفته روی پایه‌ها) می‌آید و برای براورده ساختن الزامات قضایی مربوط به	* دارای نتایج متغیر که به محتویات مخزن، محتویات لجن و مایع جانشین‌ساز مورد استفاده بستگی دارد.	* نسبتا ایمن

	هوا، مفید است. * برای عملیات‌های عمـومی ورود بـه مخـزن و تمیزکاری، کاربردی نیست.		

۷-۱-۶-۲- معیارهای گاززدایی[۱]

روش و مدت زمان تقریبی مورد نیاز برای گاززدایی یک مخزن، بسته به معیارهای زیر تعیین می‌شود:

- ✓ اندازه و پیکربندی مخزن.
- ✓ نرخ خروج بخارات.
- ✓ نوع، مقدار و نرخ تبخیر مواد غیر قابل بازیافت، لجن و باقیمانده.
- ✓ ساعت در روز و شرایط آب و هوایی (دما، فشار و غیره).
- ✓ فرایند عملیاتی تاسیسات موثر بر عملیات تمیزکردن مخزن.
- ✓ روش گاززدایی.
- ✓ الزامات قانونی برای انتشار ترکیبات آلی فرار به اتمسفر.

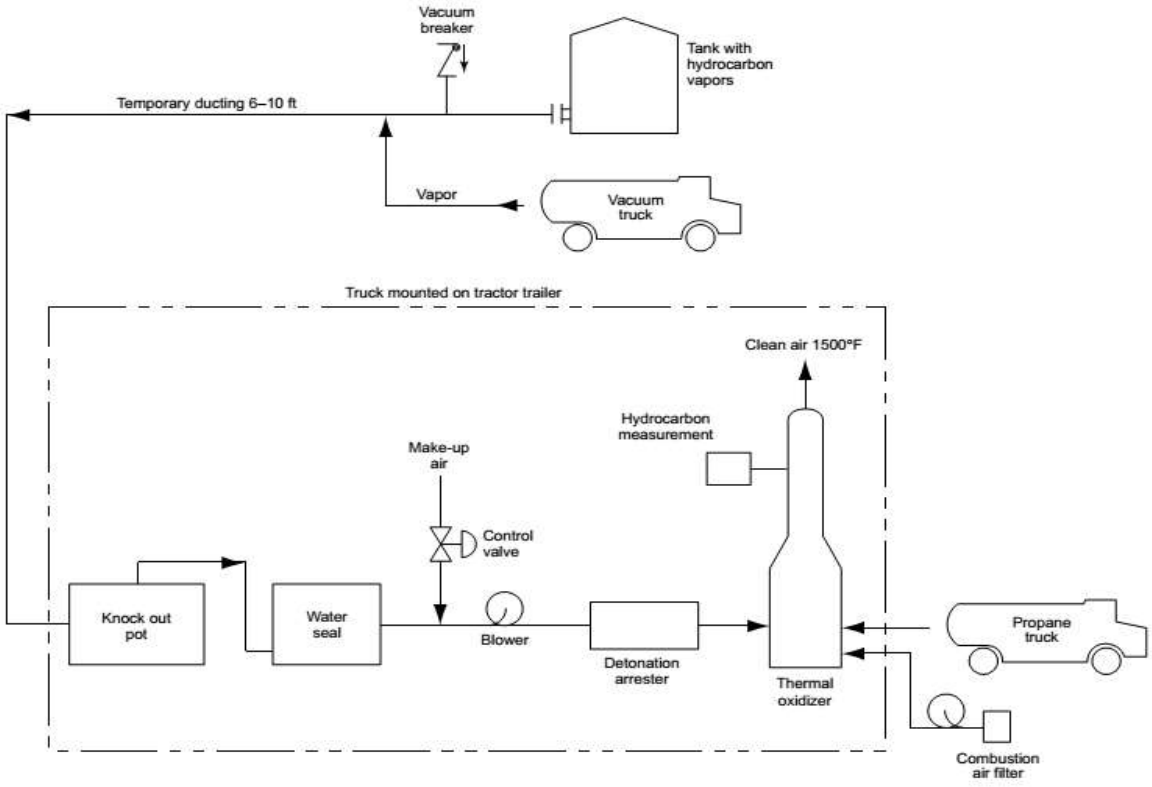
۷-۱-۶-۳- ثبت سوابق گاززدایی

هنگام گاززدایی، سوابق گاززدایی حداقل به مدت دو سال پس از اتمام عملیات برای همه مخازن، ظروف و ظروف دریایی که در تاسیسات گاززدایی شده‌اند، ثبت و نگهداری شود. سوابقی که باید نگهداری شوند معمولاً شامل اطلاعات زیر هستند، اما محدود به آنها نیستند:

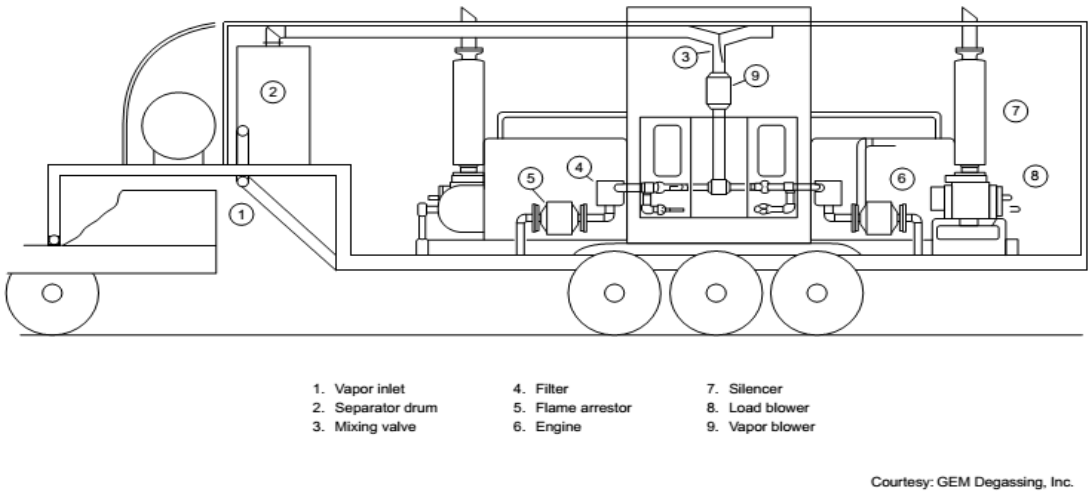
- ✓ مالک مخزن و آدرس.
- ✓ ظرفیت مخزن و نام شیمیایی مواد ذخیره شده.
- ✓ نام اپراتور گاززدایی، شماره مجوز (پروانه)، تماس و تلفن.
- ✓ کنترل کارایی سیستم، سرعت جریان و غلظت ترکیبات آلی فرار (VOC) که به تجهیزات گاززدایی و غلظت VOC گاز خروجی برای سیستم‌های جذب کربن تخلیه می‌شود.
- ✓ دمای گازهای خروجی زباله‌سوز شعله مستقیم و دمای گاز ورودی و خروجی زباله‌سوزهای کاتالیزوری.
- ✓ نام شیمیایی و مقدار کل VOC فرآوری شده در تجهیزات گاززدایی.
- ✓ تاریخ و دلایل قطع سرویس، نگهداری و تعمیر و کمیت و مدت انتشار هرگونه رهاسازی در جو در هنگام وقفه.

---

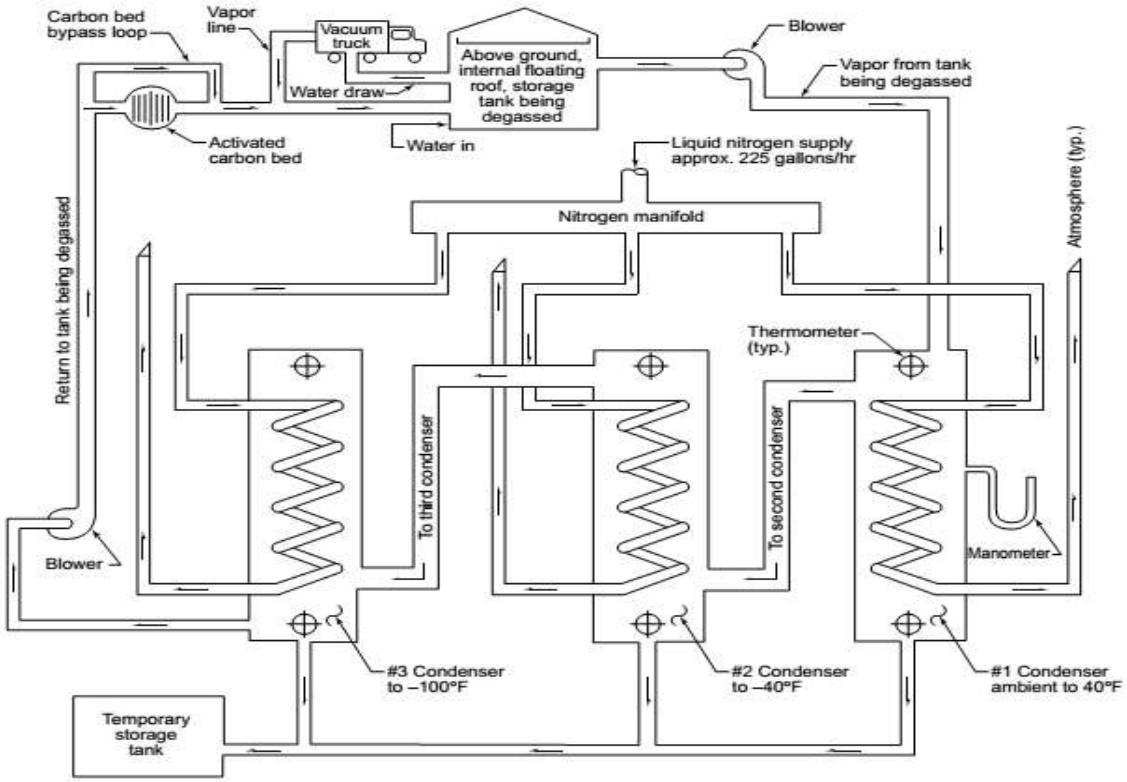
[۱] degassing criteria



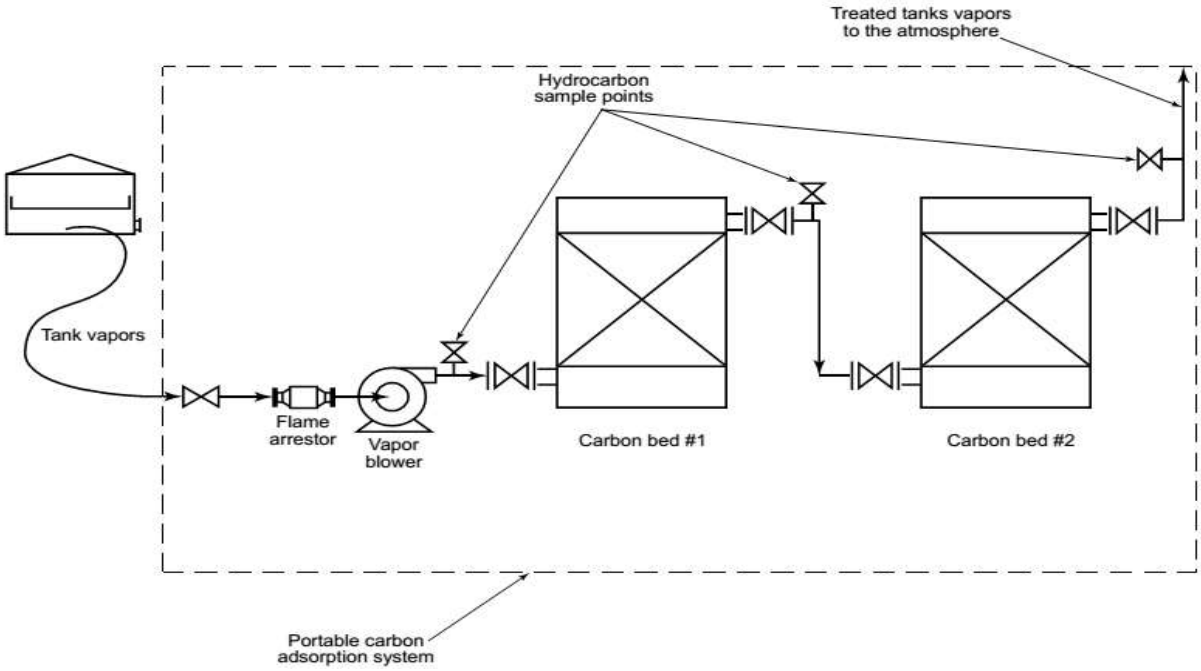
شکل شماره (۸)- گاززدایی به روش اکسیداسیون حرارتی



شکل شماره (۹)- موتور احتراق داخلی اکسیداسیون حرارتی



شکل شماره (۱۰)- فرایند سردسازی گاززدایی مخزن



شکل شماره (۱۱)- مخزن گاززدایی به روش کربن فعال

۷-۲- منابع و مآخذ

- API- Rp 2016: REAFFIRMED: MAY 1, 2006, Guidelines and Procedures for Entering and Cleaning Petroleum Storage Tanks.
- API 2015, Requirements for Safe Entry and Cleaning of Petroleum Storage Tanks.
- NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code.