



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

معاونت نظارت بر بهره‌برداری

دستور عمل اصول طراحی و بهره‌برداری از سامانه‌های گندزدایی آب ژاول (هیپوکلریت سدیم) تولید کارخانه

ویرایش نخست - اسفند ۹۴

بسمه تعالی

سخن آغازین:

از آنجایی که یکی از مقوله های مهم طراحی صحیح و در گام بعدی بهره برداری مناسب و اصولی می باشد از طرفی برخی شرکتهای آب و فاضلاب به دلیل در دست نداشتن یک مرجع مناسب طراحیها را به صورت سلیقه ای انجام داده و بعضا در این زمینه دچار مشکلات بهره برداری می شدند لذا در این دستور عمل سعی شده با استفاده از آخرین اطلاعات معتبر و به روز دنیا ، طراحی مناسب و اصولی سامانه های گندزدایی آب ژاول و شیوه های بهره برداری صحیح آن اعلام گردد.

ضمن تشکر از مدیریت نظارت بر بهداشت آب، آقای مهندس واقفی و خانم مهندس علیزاده کارشناس دفتر نظارت بر بهداشت آب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور که در تهیه این دستورعمل همت گماردند، امید است با به کارگیری این دستورعمل توانمندی شرکتهای آب و فاضلاب در طراحی و بهره برداری از سامانه های گندزدایی آب ژاول ارتقا یابد.

حمیدرضا تشیعی

معاون نظارت بر بهره برداری

اسفند ۱۳۹۴

اسامی تدوین کنندگان:

کارشناس دفتر بهداشت شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

زهرا علیزاده

با هماهنگی کمیته سامانه های گندزدایی شورای سیاست گذاری

اعضای کمیته سامانه های گندزدایی:

شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی	غلامرضا احمري
شرکت تامین و تصفیه آب و فاضلاب تهران	سیدعلیرضا ابراهیم زاده زنوزیان
شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی	شهرام خلیلی
شرکت آب و فاضلاب استان همدان	بابک شاهچراغ
شرکت آب و فاضلاب استان تهران	میترا شریانی
شرکت آب و فاضلاب روستایی استان فارس	ابوذرغفاری
شرکت آب و فاضلاب استان تهران	محمد تقی لطیفی
شرکت آب و فاضلاب استان تهران	مهدی مختاری
شرکت آب و فاضلاب استان تهران	نیما مقدم

مراجع:

۱-دستورالعمل احداث سامانه های کلرزنی در تصفیه خانه های آب و تصفیه خانه های فاضلاب-ضابطه شماره ۶۷۳ سازمان مدیریت و برنامه

ریزی کشور

۲-White's Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectant, Black & Veatch, ۵th Edition

۳-Water Works Association, Water Chlorination Principles and Practices, AWWA MANUAL M۲۰, ۲۰۰۶, ۲th Edition

۴-Powell Sodium Hypochlorite General Information Handbook

۵-Chlorine Institute USA. pamphlet ۹۶."Sodium Hypochlorite Manual" Edition ۴, ۲۰۱۱.

۶- Odyssey Manufacturing Co. Manufacturers of Ultra-Chlor Bulk Sodium Hypochlorite "Sodium Hypochlorite General Information for the Consumer" -۲۰۰۷

۷-Sodium Hypochlorite Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) Storage Tank Specification (۲۵۰spec)

Adapted for use by Odyssey Manufacturing Co.

فهرست:

هدف:	۷
دامنه کاربرد:	۷
کلیات:	۷
الزامات کیفیت آب ژاول:	۹
شرایط انبارش و ذخیره سازی آب ژاول	۱۲
اصول طراحی سیستمهای آب ژاول	۱۸
اختلاف ارتفاع	۱۹
میزان دسترسی به سایت	۲۳
خلاصه ای از الزامات لوله کشی و خوراند آب ژاول	۲۴
سیستمهای انتقال هیپوکلریت سدیم	۲۶
لوله کشی	۲۶
شیرها:	۲۹
اجکتورها	۳۰
۱- لوله های ورودی:	۳۵
۲- سیستم ونت/سرریز:	۳۶
۳- تجهیزات ابزار دقیق تعیین سطح مواد مخزن:	۳۷
۴- جنس مخزن	۳۷
بهره برداری از مخازن آب ژاول	۴۱
الزامات ایمنی تجهیزات و لوازم حفاظت فردی	۴۳
واکنش آب ژاول با مواد ناسازگار	۴۴
حمل و نقل آب ژاول	۴۶
۱- بشکه های حمل آب ژاول	۴۶

۴۹	.....	۲- حمل آب ژاول در حجمهای بالاتر از طریق تانکرها
۴۹	.....	تانکهای حمل آب ژاول
۴۹	.....	جنس مخزن تانکرها
۴۹	.....	الزامات مخزن تانکر
۵۰	.....	تخلیه تانکر
۵۲	.....	کارکنان
۵۳	.....	رعایت استانداردهای لازم بهره برداری
۵۳	.....	امنیت
۵۴	.....	مقابله با شرایط اضطراری و دفع و خنثی سازی محلولهای آب ژاول نشت یافته
۵۴	.....	اطلاع رسانی نشت آب ژاول و الزامات گزارش دهی
۵۴	.....	نشت
۵۶	.....	بازیافت مواد نشت شده
۵۶	.....	دفع و خنثی سازی محلولهای آب ژاول نشت یافته

هدف: هدف از تدوین دستور عمل حاضر اعلام الزامات طراحی و بهره برداری از سامانه های گندزدایی آب ژاول است.

دامنه کاربرد: سامانه های گندزدایی آب ژاول شرکتهای آب و فاضلاب شهری و روستایی

کلیات:

هیپوکلریت سدیم با نام تجاری آب ژاول ماده گندزدایی است که به طور گسترده در گندزدایی آب و فاضلاب به کار می رود. به دلیل خاصیت مایع بودن آن نسبت به گاز کلر و پودر پرکلرین نیاز به فضای بیشتری برای ذخیره دارد و حمل و نقل آن در مسیرهای طولانی گرانتر است اما بهره برداری از آن ساده تر و ایمن تر می باشد. در طراحی و بهره برداری از سامانه های آب ژاول باید نکاتی همچون خواص و ویژگیهای آب ژاول، تجزیه پذیری آن، لوله کشی و اصول طراحی را مد نظر قرار داد. هیپوکلریت سدیم در کارخانه از ترکیب کلر و سود تولید می شود و به صورت محلولهای آبی عرضه می گردد. همچنین مقداری سود اضافی به محلول هیپوکلریت سدیم اضافه می شود تا هم pH را ثابت نگه دارد و هم پایداری آب ژاول را افزایش دهد. آب ژاول در pH ۱۱ تا ۱۳ پایدار است و در pH بالاتر از ۱۳ به سرعت تجزیه می شود. همچنین باید توجه داشت که کلرات به عنوان یک محصول جانبی ممکن است در حین فرآیند تولید آب ژاول تشکیل شود لذا هنگام تحویل آن از کارخانه باید این موضوع را مد نظر قرار داد.

تأثیرات استفاده از آب ژاول در فرآیند تصفیه آب آشامیدنی

در هنگام استفاده از آب ژاول جهت گندزدایی آب آشامیدنی موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

کربنات سدیم:

کربنات سدیم به دلیل ماهیت فرآیند در آب ژاول وجود دارد اما اگر آب ژاول جامدات معلق کمی داشته باشد اثری روی مصرف آب ژاول نخواهد داشت و در بعضی موارد محلول آب ژاول را پایدارتر می نماید. کربنات سدیم می تواند از طریق هیدروکسید سدیم (بسته به نوع فرآیند تولید هیدروکسید سدیم) وارد آب ژاول شود.

همچنین زمانی که هیدروکسید سدیم در تماس با هوا قرار می گیرد کربنات سدیم می تواند به فرآیند تولید اضافه شود.

کربنات سدیم زمانی مشکل ساز می شود که میزان جامدات معلق در آب ژاول زیاد باشد در این موارد کربنات سدیم روی جامدات معلق رسوب کرده و لذا جامدات معلق که به اندازه کافی بزرگ شده اند دیگر معلق نمانده و رسوب خواهند کرد و به مخزن و دیواره لوله ها و پمپها می چسبند و باعث گرفتگی می شوند. لذا با گذشت زمان سیستم نیاز به سرویسهای مکرر برای پمپها، لوله کشیها و تجهیزات ابزار دقیق خواهد داشت غلظتهای کربنات سدیم تا ۱ درصد وزنی معمولاً مشکل ساز نیست. کربنات سدیم موجود در محلولهای آب ژاول باید اندازه گیری شوند؛ غلظتهای کربنات سدیم تا ۱ درصد وزنی معمولاً مشکل ساز نیست.

برمات سدیم:

برمات از چندین طریق می تواند وارد آب آشامیدنی شود. از آن جمله می توان به واکنش ازن با یون برمید و تشکیل برمات اشاره نمود. همچنین برمات می تواند از طریق آب ژاول وارد آب آشامیدنی شود. کیفیت نمکی که جهت تولید سود و کلر استفاده می شود بسیار مهم است زیرا با واکنش کلر و سود آب ژاول تولید می شود. لذا اگر نمک مصرفی در کارخانه تولید آب ژاول حاوی مقادیر زیادی برم باشد باعث ورود برمات به آب آشامیدنی می گردد. حداکثر مقدار مجاز برمات در آب آشامیدنی مطابق استاندارد ملی ۱۰۵۳، ۱۰ میکروگرم در لیتر است. اما حداکثر مقدار برماتی که می تواند در آب ژاول وجود داشته باشد مطابق استاندارد NSF ۶۰، ۳ میکروگرم در لیتر است.

افزایش قلیائیت و pH:

با توجه به اینکه آب ژاول برای پایداری pH حاوی سود است لذا وقتی با pH ۱۱ تا ۱۳ به آب آشامیدنی اضافه می شود بسته به کیفیت آب و فرآیند تصفیه pH را افزایش می دهد لذا در بعضی موارد لازم است برای تنظیم pH از اسید استفاده کرد تا فرآیندهای پایین دست در تصفیه خانه به درستی عمل کنند.

رسوبدهی:

وقتی آب ژاول به آب اضافه می شود؛ سود موجود در آن با سختی منیزیم و کلسیم واکنش داده و فوراً در آن محل رسوب تشکیل می شود. در جاهایی که سختی بالاست این رسوبات سریعاً تجمع یافته و مشکلات بهره برداری ایجاد می کنند. دیفیوژرهای آب ژاول باید به گونه ای طراحی شوند که بتوان بصورت دوره ای آنها را تمیز کرد و رسوباتشان را از بین برد.

کلرات/پرکلرات:

آب ژاول می تواند حاوی ناخالصیهایی از قبیل کلرات، پرکلرات و برمات باشد. وقتی آب ژاول تجزیه می شود غلظت این آلاینده ها افزایش می یابد؛ این آلاینده ها روی سلامت انسان تاثیر گذارند لذا پایش آنها اهمیت زیادی دارد (جهت اندازه گیری این پارامترها به راهنمای محصولات جانبی آب ژاول مراجعه فرمایید).

کلرات می تواند حین فرآیند تولید یا انبارداری تولید شود. کارخانجات می توانند مقدار کلرات تشکیل شده حین فرآیند تولید را با محدود کردن قدرت نهایی محصول، دمای تولید و کنترل pH در طول واکنش کنترل نمایند. همچنین کارخانجات با ارسال سریع محصول بلافاصله بعد از تولید نیز می توان تولید کلرات را کنترل نمود. به علاوه اگر آب ژاول درجه خلوص بالایی^۱ داشته باشد کلرات کمتری تولید خواهد شد. از طرفی در فرآیندهای ناپیوسته^۲ کلرات به مراتب از فرآیندهای پیوسته بالاتر خواهد بود.

الزامات کیفیت آب ژاول:

کیفیت آب ژاول خریداری شده در پایداری آن بسیار موثر است لذا باید از کارخانه های معتبری که استاندارد ملی ۸۳۹۴ را برای محصول تولیدی خود اخذ کرده اند آب ژاول خریداری شود. خریدار علاوه بر اخذ پارامترهای کیفی از کارخانه و بررسی به روز بودن استاندارد کارخانه باید قبل از تحویل محموله آزمایشات لازم را انجام دهد. موارد زیر در هنگام خرید محموله های آب ژاول باید مدنظر قرار گیرد:

^۱ منظور از درجه خلوص بالاتر عدم وجود ناخالصی میباشد

^۲ batch

۱- درصد کلر فعال آب ژاول:

درصد کلر فعال آب ژاول روی میزان کلرات تاثیر می گذارد لذا اندازه گیری آن حائز اهمیت است.

۲- هیدروکسید سدیم اضافی:

حداقل مقدار هیدروکسید سدیم اضافی ۰/۱۰ درصد وزنی است که تقریباً pH ۱۱/۵ است. مقادیر هیدروکسید سدیم اضافی کمتر از ۰/۱۰ درصد وزنی باعث می شوند که pH کمتر از ۱۱/۵ شده و آب ژاول ناپایدار شده و با سرعت بیشتری تجزیه گردد. در مناطقی که آب و هوای گرمتری دارند، در pH های بالاتر و سود بیشتر نیز تجزیه آب ژاول اتفاق می افتد لذا حداقل سود اضافی ۰/۱۵ درصد و pH ۱۲ باید سفارش داده شود تا ناپایداری و تجزیه آب ژاول به حداقل برسد.

در سودهای بالاتر از ۰/۴ درصد وزنی سرعت تجزیه شروع به افزایش می کند و در سودهای بالاتر از ۰/۵ درصد وزنی سرعت تجزیه به سرعت تسریع می یابد. لذا ماکزیمم سود اضافی ۰/۴۰ درصد وزنی است.

۳- کربنات سدیم:

در بخش قبلی توضیح داده شد.

۴- وزن مخصوص

وزن مخصوص یک محلول نسبت وزن آن محلول به وزن آب هم حجم آن محلول است. به عنوان مثال اگر وزن مخصوص آب ژاول ۱/۱۶۵ باشد یک لیتر آن وزنی معادل ۱/۱۶ کیلوگرم خواهد داشت.

وزن مخصوص آب ژاول بسته به مقدار سود و نمک موجود در آن تغییر خواهد کرد. وزن مخصوص ضرورتاً شاخصی از قدرت محلول نیست اما می تواند شاخصی برای تعیین تازه بودن محلول آب ژاول باشد زیرا اگر آب ژاول برای مدتی مانده باشد وزن مخصوص کاهش می یابد.

نکته: هر محموله وزن مخصوص متفاوتی دارد زیرا مقدار سود اضافی، کلرات و نمک در محموله های مختلف با هم تفاوت دارد بنابراین خریدار باید وزن مخصوص محموله تحویلی را بداند تا بتوان قدرت محلول را بر حسب درصد وزنی بررسی نمود.

لذا اکثر خریداران و تولیدکنندگان قدرت محلول را بر حسب درصد کلر فعال یا گرم بر لیتر کلر فعال محاسبه می کنند زیرا دقت روشهای آزمون تعیین این مقادیر به دقت وزن مخصوص محلول وابسته نیست.

۵- جامدات معلق

بعضی از شرکتهای آب و فاضلاب مساله جامدات معلق موجود در محلولهای آب ژاول را مد نظر قرار نمی دهند و فقط در مواردی که این جامدات معلق با چشم دیده می شوند به آن حساس شده و اعتراض می کنند و این اشتباه بزرگی است. جامدات معلق موجود در آب ژاول در هنگام تحویل در اغلب موارد با چشم دیده نمی شوند و لذا رنگ آب ژاول را تغییر نمی دهند اما در هنگام انبارش و پمپاژ آب ژاول این جامدات معلق بزرگتر شده و به صورت رسوب روی مخازن ذخیره، پمپها، لوله ها، شیرها و تجهیزات ابزار دقیق انباشته می شوند. با گذشت زمان این جامدات معلق می توانند سیستمهای خوراند را از کار انداخته و هزینه های تعمیر و نگهداری را افزایش داده و حتی سبب شوند که بعضی تجهیزات تعویض گردد. به علاوه جامدات معلق سبب می شوند که سرعت تجزیه آب ژاول به طور چشمگیری افزایش یابد.

۶- کلرات سدیم

در بخش قبلی توضیح داده شد.

۷- نیکل و مس

از آنجایی که فلزات سنگین سبب تجزیه آب ژاول خواهند شد لذا باید این پارامترها به طور دوره ای اندازه گیری و بررسی شوند.

۵۰ درصد سودی که در تولید آب ژاول استفاده می شود حاوی نیکل است. مس نیز معمولاً از طریق لوله های مسی که در فرآیند استفاده می شود می تواند وارد آب ژاول گردد. برای توضیحات بیشتر در این خصوص در ادامه به بخش ناخالصیها مراجعه نمایید.

۸- آهن

غلظت آهن باید کمتر از ۰/۵ ppm باشد. آهن نه تنها سبب تجزیه آب ژاول می شود بلکه سبب مشکلات جدی در تعمیر و نگهداری می شود. اگر آهن از ۱ ppm بیشتر شود آب ژاول رنگ قهوه ای قرمزی پیدا می کند. هرچه میزان آهن بیشتر باشد تغییر رنگ بیشتر و معمولا میزان جامدات معلق بالاتر خواهد بود.

۹- برمات

در بخش قبلی توضیح داده شد.

الزامات زیر مواردی است که بهره برداران از سیستمهای آب ژاول باید رعایت نمایند:

- میزان کلر فعال موجود در آب ژاول را در حین تحویل محموله و در طول انبارداری پایش شود تا سرعت تجزیه آب ژاول را بررسی کرده و عواملی که میتوانند سبب تسریع تجزیه آب ژاول شوند شناسایی گردند.
- کارخانه تولید کننده را الزام نمایید که آب ژاول را بعد از تولید، فیلتر و سرد نماید تا سرعت تجزیه آب ژاول کند شود.

شرایط انبارش و ذخیره سازی آب ژاول

از آنجایی که آب ژاول در طول زمان تجزیه می شود و کلر فعال آن از بین رفته و محصولات ناخواسته ای تولید می کند؛ لذا الزامات خاصی حین تحویل محموله آب ژاول و انبارداری آن باید لحاظ گردد.

تجزیه آب ژاول تا جایی ادامه پیدا می کند که کاملا به کلرید سدیم، کلرات سدیم و اکسیژن تجزیه گردد. سرعت تجزیه شدن آب ژاول تحت تاثیر یک سری عوامل فیزیکی و شیمیایی از قبیل غلظت اولیه، دما، اشعه ماورابنفش، pH و یونهای فلزات سنگین می باشد. لذا خرید آب ژاول از کارخانه های معتبری که مشخصات و ویژگیهای کیفی لازم جهت افزودن این ماده به آب آشامیدنی را رعایت کرده و انبارش صحیح آن باعث می شود سرعت تجزیه آن را تا حد امکان به حداقل برسانیم.

آب ژاول باید در مکانی خنک و تاریک ذخیره شود. هیپوکلریتها به نور حساسند و اگر در معرض اشعه ماورابنفش قرار گیرند سریعاً تجزیه خواهند شد. عواملی که در پایداری آب ژاول و نتیجتاً انبارش آن مهم است و باید مد نظر قرار گیرد شامل:

الف- غلظت: هر چه محلول آب ژاول غلیظتر باشد تجزیه آن سریعتر است، لذا بعضی مواقع محلولهای غلیظ آب ژاول را در محل رقیق سازی می نمایند؛ البته آبی که جهت رقیق سازی بکار می رود نیز بسیار حائز اهمیت است زیرا اگر حاوی بعضی فلزات (که در ادامه ذکر می شود) باشد سرعت تجزیه آب ژاول را افزایش خواهد داد؛ لذا باید از آب دیونیزه استفاده شود. تهیه آب دیونیزه نیاز به تجهیزات مناسب و مخزنی جهت ذخیره آب دیونیزه دارد؛ همچنین جنس لوله ها و شیرآلات باید غیر فلزی بوده و از جنس PVDF یا پلی وینیلیدن فلوراید باشد. اما به دلیل هزینه سرمایه گذاری برای مخازن اضافی، تجهیزاتی برای تهیه آب دیونیزه و هزینه های بهره برداری و نگهداری بیشتر این کار چندان به صرفه نیست.

از دیگر مسائل مربوط به رقیق سازی آب ژاول این است که آب ژاول رقیق شده باید pH بین ۱۱/۹ تا ۱۳ داشته باشد در صورتی که pH به هم بخورد پایداری آب ژاول کاهش می یابد. به همین دلیل است که کارخانه مقداری سود اضافه می کند تا pH را در این محدوده نگه دارد. سودی که به آب ژاول افزوده می شود باید عاری از فلزات سنگین یا دیگر ناخالصیهایی باشد که ممکن است سرعت تجزیه آب ژاول را افزایش دهد.

به دلیل pH بالای آب ژاول افزودن آب دارای قلیابیت باعث رسوب دهی کربنات منیزیم و کلسیم از مخلوط می گردد.

لازم به ذکر است آب ژاولی که از کارخانجات خریداری می گردد بین ۱۲ تا ۱۶ درصد می باشد اما آب ژاول ۱۶ درصد ۱/۸ برابر سریعتر از آب ژاول ۱۲ درصد تجزیه می شود و لذا ۴ برابر سریعتر تولید کلرات می نماید لذا خریدار باید بسته به طول دما و مدت ذخیره سازی و انبارش آب ژاول قدرت مورد نیاز خود را انتخاب و به کارخانه اعلام نماید.

ب- دما: دمایی که در آن آب ژاول تولید می شود، حمل و نقل می شود، ذخیره می گردد و دمای بهره برداری روی پایداری آب ژاول تاثیر خواهند داشت و هرچه دما افزایش یابد سرعت تجزیه آب ژاول بیشتر خواهد شد.

به ازای هر ۱۰ درجه سانتیگراد سرعت تجزیه آب ژاول ۳ تا ۴ برابر افزایش خواهد یافت. لذا مخازن آب ژاول باید در اتاقی ذخیره شوند که سیستم تهویه هوا داشته باشد و دمای اتاق ۱۵ درجه سانتی گراد باشد. محلول آب ژاول ۱۶ درصدی که در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد ذخیره می شود ۱۴ مرتبه کندتر از محلولی که در ۳۵ درجه سانتی گراد ذخیره می شود، تجزیه می گردد. در دمای ۵ درجه سانتی گراد و در صورتی که هیچ آلودگی فلزات سنگین نداشته باشیم سرعت تجزیه آب ژاول عملاً به صفر می رسد. دمای آب ژاول قبل از ارسال محموله باید کمتر از ۲۵ درجه سانتی گراد باشد.

مخازن ذخیره آب ژاول به ویژه در مناطق گرم باید در داخل ساختمان جانمایی شوند تا آب ژاول خنک نگه داشته شود، اگر این موضوع امکان پذیر نیست باید سایبانی برای مخزن فراهم گردد تا مخزن را از گرما و اشعه ماورابنفش خورشید حفظ نماید.

مخازن ذخیره آب ژاولی که در خارج از ساختمان واقع شده اند و سرپوشیده نیستند؛ در معرض تابش مستقیم نور خورشید قرار گرفته و لذا دمای محلول افزایش یافته و سرعت تجزیه بیشتر گردد. اگر ذخیره سازی آب ژاول در داخل ساختمان میسر نیست و یا ساخت سایبان برای این مخازن ذخیره امکان پذیر نمی باشد باید سطح خارجی این مخازن را پوشاند یا با رنگ روشن رنگ کرد تا جذب گرما از نور خورشید کاهش یابد. مخازن FRP رنگ نشده معمولاً قهوه ای تیره هستند و اگر آنها را رنگ روشن نکنیم برای ذخیره آب ژاول مناسب نمی باشند.

ج- pH : در بحث پایداری آب ژاول فاکتور مهمی است. آب ژاول در محدوده pH بین ۱۱/۹ تا ۱۳ پایدارترین حالت را دارد. لذا سود اضافی به محلول آب ژاول افزوده می گردد تا از تجزیه آب ژاول جلوگیری نماید. در بعضی موارد بسته به فرآیند تولید، pH بین ۱۱ تا ۱۱/۹ قابل قبول است. پایبتر از pH ۱۰/۸ تجزیه آب ژاول به سرعت اتفاق می افتد و در pH ۹-۵ به حداکثر مقدار خود می رسد. همچنین بالای pH ۱۳ نیز تجزیه آب ژاول اتفاق می افتد

د-نور ماورابنفش: نور ماورابنفش تجزیه آب ژاول را سرعت می بخشد و در اثر تجزیه آب ژاول اکسیژن و کلرات تولید می شود لذا ذخیره سازی آب ژاول باید در مکانهایی دور از تابش نور خورشید و در جاهای سرپوشیده باشد. تاثیر نور خورشید از دو جنبه روی پایداری آب ژاول تاثیر می گذارد:

۱) گرمای نور خورشید سبب افزایش سرعت تجزیه آب ژاول می گردد.

۲) تابش نور ماورابنفش خورشید از طریق فوتولیز سبب افزایش سرعت تجزیه آب ژاول می گردد.

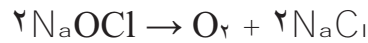
لذا باید از مخازن ذخیره و لوله ها و اتصالاتی استفاده کرد که نور ماورابنفش خورشید را از خود عبور نمی دهند (پلاستیکهای پوشش دار یا FRP) و مخازن مات و کدر مناسب آب ژاول استفاده نمود.

ه-ناخالصیها: به حداقل رسانی ناخالصی در حین فرآیند تولید و انبارداری در پایداری آب ژاول بسیار حائز اهمیت است. فلزاتی مانند آهن، کبالت، نیکل، مس و منگنز سبب تسریع تجزیه آب ژاول می شوند. تجزیه آب ژاول می تواند تولید کلرات یا اکسیژن نماید. دمای بالا، pH پایین و غلظت بالاتر آب ژاول سبب تجزیه آب ژاول و تولید کلرات می گردد.

آب ژاولی که توسط فلزات تجزیه میشود سبب تشکیل اکسیژن می شود. اکسیژن می تواند برای مصرف کننده مشکلات زیادی ایجاد نماید و فشار شدیدی در سیستم لوله کشی ایجاد می کند. در آب ژاولی که از اکسیژن اشباع شده است؛ گاز اکسیژن به صورت حبابهایی از آن آزاد میشود و این موضوع باعث می شود که مشکلات بزرگی در هنگام پمپ کردن آب ژاول بوجود آید. اگر هنگامی که پمپ خاموش است اکسیژن در روکش پمپ^۳ تشکیل شود؛ این اکسیژن در پمپ محبوس شده و تا زمانی که از پمپ ونت نشود باعث می شود که پمپ کار نکند. هنگامی که آب ژاول در جریان نیست این احتباس اکسیژن می تواند در سیستم لوله کشی و سیستمهای ابزار دقیق نیز اتفاق بیفتد لذا سیستم لوله کشی باید طوری طراحی شود که امکان خروج گاز اکسیژن از آن امکان پذیر باشد. هنگامی که شیرهای ساچمه ای یا تویی PVC بسته باشد یا بخشهایی از لوله کشی برای مدت زمان طولانی از مدار خارج شده باشد؛ به دلیل افزایش فشار احتمال ترکیدگی لوله یا شیر وجود دارد، لذا بعضی سازنده ها در شیرهای تویی سوراخهای از پیش طراحی شده ای در نظر میگیرند که اکسیژن را به سمت

^۳ pump casings

بالادست ونت می کند؛ همچنین لوله کشیها باید طوری طراحی شوند که احتمال احتباس آب ژاول بین دو شیر را برای مدت طولانی بدون هیچ ونتی را به حداقل برساند. به علاوه تولید اکسیژن می تواند سبب کاهش نیمه عمر آب ژاول و در پمپها سبب کالویتاسیون و سرعت خوردن نامنظم شود.



بسیاری از این فلزات سنگین به طور ناخواسته وارد آب ژاول می شوند به طور مثال از طریق ناخالصیهای موجود در سود و یا آب رقیق سازی و در حین تولید وارد آب ژاول می شوند. همچنین آلودگی فلزی می تواند در حین بهره برداری یا انبارش وارد آب ژاول شود. لذا سیستمهای حمل و نقل، ذخیره سازی، لوله ها، پمپ ها و تجهیزات ابزار دقیق باید با دقت انتخاب شوند تا از ورود آلودگی جلوگیری شود. در استاندارد AWWA B300 ذکر شده که مقدار آهن باید کمتر از 0/5 میلی گرم در لیتر و نیکل و مس کمتر از 0/05 میلی گرم در لیتر باشند. جهت کاهش آلودگی با فلزات و دیگر جامدات معلق می توان قبل از انبارش از فیلتراسیون (بهتر است از کارخانه درخواست آب ژاول فیلتر شده نمود) استفاده نمود. فیلترهایی در محدوده 0/2 تا 0/5 میکرون بهترین فیلترها برای حذف این مواد می باشند.

لذا برای حل مشکل تولید اکسیژن باید موارد زیر را رعایت نمود: الف- خرید آب ژاولی با کیفیت که مقادیر نیکل، مس، آهن و جامدات معلق آن در حد استاندارد است. ب- انبارداری مناسب آب ژاول ج- طراحی مناسب لوله کشی و بهره برداری صحیح.

و- جامدات معلق: جامدات معلق نیز روی پایداری آب ژاول تاثیر گذارند. در حالی که این جامدات معلق به چشم دیده نمی شوند و رنگی ندارند اما سبب تجزیه آب ژاول خواهند شد. در صورتی که جامدات معلق در طول زمان در سیستم جمع شوند می توانند سبب گرفتگی هایی در سیستم شوند. جهت رفع این مشکل خریدار می تواند از فروشنده درخواست کند تا محموله آب ژاول را قبل از ارسال فیلتر نماید تا این جامدات معلق و دیگر ذرات حذف شوند. با این کار نه تنها پایداری آب ژاول افزایش می یابد بلکه نیاز به پاکسازی و شستشوی مخازن آب ژاول به حداقل می رسد. در هر صورت باید به صورت دوره ای آزمایشات لازم روی محموله های ارسالی و آب ژاول ذخیره شده انجام شود تا میزان تجزیه آب ژاول مورد پایش قرار گیرد.

به طور خلاصه می توان گفت آب ژاول تحت تاثیر عواملی تجزیه می گردد که در جدول ۱ خلاصه شده است:

جدول شماره ۱-عواملی که روی پایداری آب ژاول تاثیر گذارند

عامل	رابطه	محصولات حاصل از تجزیه
غلظت	غلظت اثر معکوس بر پایداری دارد	کلرات
دما	دما اثر معکوس بر پایداری دارد	کلرات
ناخالصی فلزی	غلظت مس، کبالت و نیکل را به حداقل برسانید	اکسیژن
pH	pH بین ۱۱/۵ تا ۱۳ بهترین pH است	کلرات
اشعه ماورابنفش	تابش اشعه ماورابنفش را به حداقل برسانید	کلرات / اکسیژن

لذا هر قدر عواملی که باعث تجزیه آب ژاول می شوند را به حداقل برسانیم تجزیه کاهش خواهد یافت. آب ژاول ۱۵ درصد در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد نیمه عمر ۱۰۰ روزه دارد یعنی طی ۱۰۰ روز قدرت محلول نصف خواهد شد در صورتی که در همان دما نیمه عمر آب ژاول ۱۰ درصد ۲۲۰ روز و نیمه عمر آب ژاول ۵ درصد ۷۹۰ روز است.

جهت اطلاعات بیشتر در خصوص انبارش آب ژاول به NFPA ۴۳۰ مراجعه فرمایید.

ذرات تجمع یافته در مخازن ذخیره آب ژاول

به مرور زمان فلزات و ذرات نامحلول در ته مخزن ذخیره آب ژاول تجمع می یابند لذا این ذرات تجمع یافته که حاوی کاتالیزور نیز می باشند باعث می شوند تجزیه محموله های تازه آب ژاول به سرعت اتفاق بیفتد بنابراین باید به صورت دوره ای مخازن تخلیه شوند و ذراتی که در ته مخزن تجمع پیدا کرده اند خارج شوند. لذا برای اینکه عملیات گندزدایی بی وقفه انجام شود باید حداقل دو مخزن ذخیره آب ژاول وجود داشته باشد. یکی دیگر از علت هایی که باید از دو مخزن استفاده شود این است که از آنجایی که نباید آب ژاول تازه را

روی آب ژاول قدیمی ریخت لذا داشتن دو مخزن ذخیره این موضوع را امکان پذیر می سازد و لذا میزان کلرات کمتری تولید شده و سرعت تجزیه آب ژاول نیز کاهش می یابد.

ز- دیگر ناخالصیها: منیزیم و کلسیم نیز نمکهای نامحلول در آب ژاول تولید می کنند که به صورت رسوبهای سفید رنگی ظاهر شده و باعث کدری محلول آب ژاول و مشکلاتی در بهره برداری خواهد شد اما روی پایداری آب ژاول تاثیری ندارد؛ فیلتراسیون می تواند این رسوبات را حذف نماید.

اصول طراحی سیستمهای آب ژاول

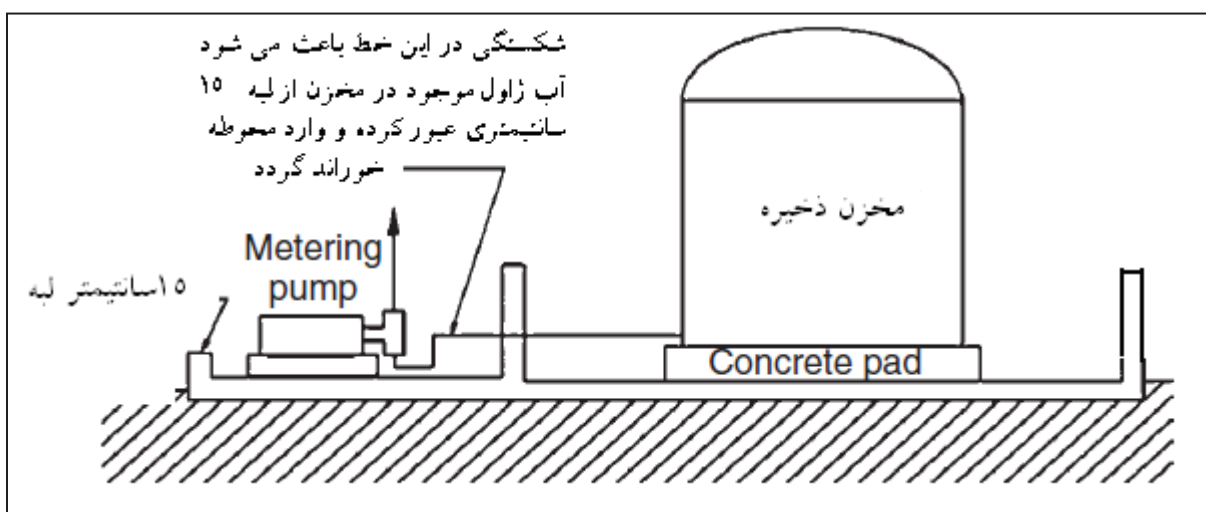
یکی از مسایل بسیار مهم در طراحی سیستمهای آب ژاول وجود فضای کافی جهت دسترسی و تعمیر و نگهداری است. طراحی باید به گونه ای انجام شود که کلیه مخازن و تجهیزات را در برگیرد لذا قبل از طراحی باید اندازه تجهیزات برآورد شود. طراح باید تعداد و اندازه مخازن ذخیره را با در نظر گرفتن متوسط حجم آب ژاول مصرفی در ۳۰ روز تعیین نماید.

همچنین طراح باید تعیین کند که آیا پمپهای انتقال و مخازن روزانه^۴ مورد نیاز است یا خیر؟ اغلب اوقات در تصفیه خانه ها به مخازن روزانه نیاز است تا به صورت روزانه متوسط نیاز تامین گردد. مخازن روزانه معمولاً به صورت روزانه و توسط پمپهای انتقالی که دستی روشن می شوند پر می شوند. مخازن روزانه به پایش مصرف مواد شیمیایی کمک می کنند و در هنگام خوراندن با محدود کردن حجم مواد شیمیایی موجود از overfeed جلوگیری می کنند. البته برای جلوگیری از overfeed می توان از فلومتر یا آنالایزر کلر نیز استفاده نمود. در صورت استفاده از مخازن روزانه باید توجه داشت که پر شدن بیش از حد^۵ مخزن اتفاق نیفتد.

باید فضایی برای یک ایستگاه دوش و چشم شوی اضطراری در محدوده سازه مهار نشت آب ژاول اختصاص داده شود که حداقل در فاصله ۱/۵ متری از تجهیزات الکتریکی یا کنترل پنل واقع شده باشد تا مانع از شوک الکتریکی شد.

توجه داشته باشید که ذخیره مواد شیمیایی، تجهیزات انتقال و پمپ باید در سازه مهار نشت واقع شده باشد. در شکل زیر مثالی از طراحی نامناسب آورده شده است زیرا پمپ خارج از سازه مهار نشت واقع شده است.

^۴ Day tanks
^۵ overfilling



شکل شماره ۱ - طراحی نامناسب سازه مهار نشد

اختلاف ارتفاع

در پمپ کردن مایعات، طراحی باید به گونه ای انجام شود که پمپها در ارتفاعی بالاتر از مخزن قرار بگیرند که به این ارتفاع، ارتفاع مکش^۶ گفته می شود. در مواردی مثل آب یا دیگر مواد شیمیایی که خروج گاز ندارند اگر طراحی دقیق باشد ارتفاع مکش می تواند به طور موفقیت آمیزی اجرا شود اما چون آب ژاول خروج گاز^۷ دارد نباید از طراحی ارتفاع مکش استفاده نمود. تاسیسات آب ژاول اغلب شامل مخازن با پایه های بتنی، پمپها با پایه هایی با سازه خاص و یک ساختمان است که کلیه تاسیسات را در برمی گیرد.

طراحی ارتفاع مکش در سیستمهای آب ژاول می تواند سبب مشکلات متعددی شود. طراحی ارتفاع مکش بدین جهت است که پمپها فقط مایع را به ارتفاعی مساوی محور پمپ بکشند. ظرفیت ذخیره در مخزن زیر این ارتفاع استفاده نشده باقی می ماند و لذا آب ژاول قدیمی که به مقدار قابل توجهی تجزیه شده و حاوی مقادیر زیادی کلرات است در این ارتفاع خواهیم داشت. همانطور که قبلا نیز اشاره شد قبل از هر بار پر کردن مجدد مخزن باید از خالی بودن آن اطمینان حاصل کرد که آب ژاول جدید روی آب ژاول قدیمی ریخته نشود.

^۶ suction lift
^۷ off - gas

در بسیاری از تاسیسات که مخازن ذخیره آب ژاول آنها تنها اندکی بزرگتر از حجم محموله های ارسالی با کامیون است اگر مخزن ذخیره به علت طراحی ارتفاع مکش نتواند کاملاً تخلیه بشود لذا نمیتواند کل آب ژاول جدید را دریافت کند زیرا هنوز کاملاً تخلیه نشده است.

در مواردی که پمپ در ارتفاعی بالاتر از مخزن قرار گرفته باشد حبابهای گاز می تواند در لوله های مکش بین پمپ و مخزن تشکیل شود. گازها تا بالاترین نقطه ممکن بالا می روند اگر پمپها بالاترین نقطه باشند حبابهای گاز در هد پمپ تجمع پیدا می کنند. لذا طراحی صحیح این است که انتهای مخزن بالاتر از پمپ قرار گرفته باشد تا مکش از بالا[^] به پمپها در تمامی سطوح مخزن میسر شود و لوله مکش شیب دار باشد تا حبابها به جای اینکه به سمت پمپ بروند به داخل مخزن برگردند.

پایه های پمپ و مخزن

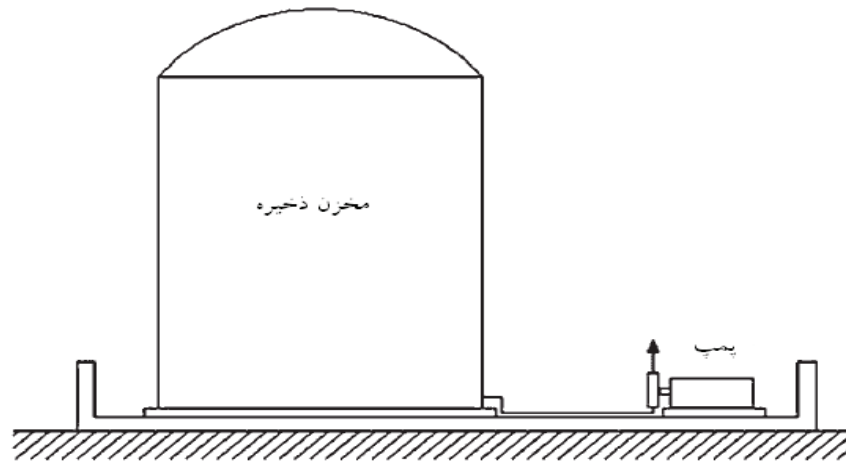
مخازنی که ظرفیت بیشتر از ۲ مترمکعب دارند باید یک سازه مهار نشت ثانویه نیز داشته باشند. برای این کار در اطراف مخزن ذخیره و تجهیزات یک سازه مهار نشت بتنی باید ساخته شود. عمق این سازه مهار نشت تابعی از اندازه مخزن (به اضافه حجم پاشش) و محدوده جانبی لازم برای سیستم آب ژاول است. عمق این سازه های مهار نشت معمولاً از ۶۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر می تواند باشد.

سازه مهار نشت می تواند دو طراحی اصلی داشته باشد. اول اینکه سازه مهار نشت می تواند یک سازه بتنی زیر پایه احاطه کننده باشد؛ اغلب زمانی از این طراحی استفاده می شود که سیستم آب ژاول در داخل ساختمان واقع شده باشد. طراحی دوم این است که یک ورقه روی سطح پایه قرار داده شود و دیواره های سازه مهار نشت حول محیط پیرامون آن ورقه نصب شود تا سازه مهار نشت تکمیل گردد. اغلب زمانی از این طراحی استفاده می شود که سیستم آب ژاول در خارج ساختمان واقع شده باشد.

در هر دو مورد پدهای بتنی ۱۵ سانتیمتری داخل محوطه مهار نشت مخازن و تجهیزات ریخته می شود. در چنین آرایه هایی در صورت وقوع حادثه نشت، ماده شیمیایی نشت کرده تا بالای دیواره سازه مهار نشت را پر

[^] flooded suction

خواهد کرد. لذا کلیه تجهیزات انتقال و پمپها به طور کامل داخل مایع فرو رفته و در حضور آب ژاول خورنده صدمات جدی به تجهیزات وارد خواهد شد. لذا این طراحی توصیه نمی شود. (شکل شماره ۲)



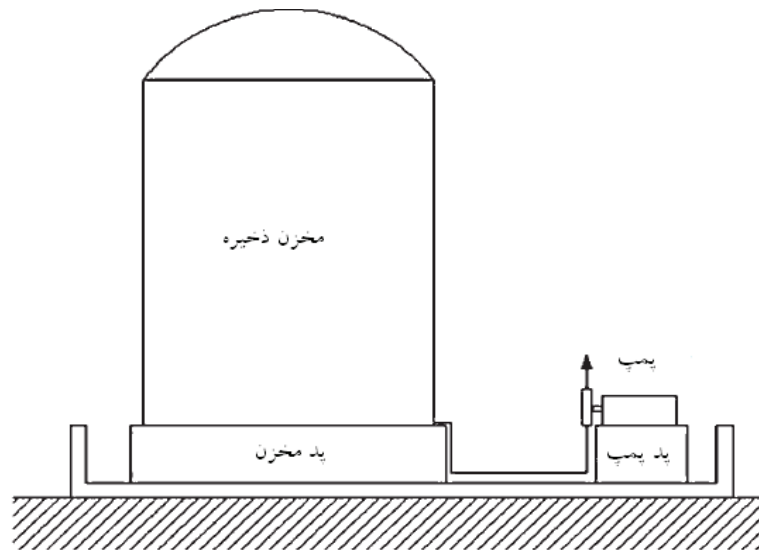
شکل شماره ۲- طراحی نامناسب-پمپ در معرض flooding

ساده ترین طراحی برای جلوگیری از چنین مشکلاتی این است که پایه های تجهیزات و مخازن را در ارتفاعی برابر با ارتفاع یا عمق دیواره های سازه مهار نشت قرار داده شود. این طراحی ضمن اینکه از ارتفاع مکش و نیز از فرورفتن تجهیزات الکترونیکی جلوگیری می نماید. مثالهایی از این طراحی صحیح در شکل های ۳ و ۴ آورده شده است.

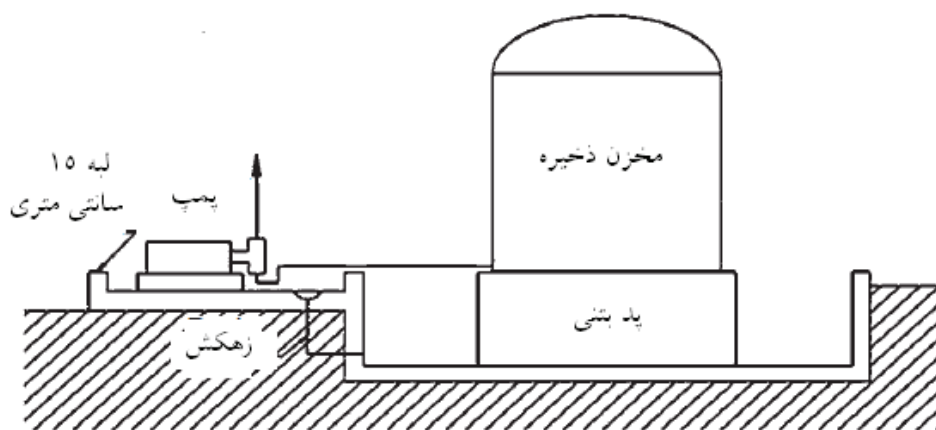
سازه مهار نشت باید بتواند حداقل ۱۱۰ درصد از حجم بزرگترین مخزن را در سازه مهار نشت جای دهد. دیواره و کف بتن ریزی شده بهترین حالت سازه مهار نشت است. می توان از دیوارهایی از جنس بلوکهای بتنی نیز استفاده کرد اما بلوکهای بتنی متخلخل تر می باشند اگر از دیوارهای بلوکی استفاده شود باید از درزگیرهایی استفاده شود تا مانع از نشت آب ژاول ریخته شده به محوطه شد. این دیواره های بتنی (چه به صورت بلوک بتنی یا به صورت بتن ریزی شده) باید با میلگرد به صفحه بتنی نصب شوند تا مقاومت لازم در برابر آب ژاول نشت یافته را داشته باشند. در مواردی که جای کافی برای تعبیه سازه مهار نشت وجود ندارد از مخازن دو دیواره ای استفاده می شود.

مخازن و تمامی تجهیزات چرخنده باید روی پایه مناسبی محکم وصل شوند تا از حرکت آنها جلوگیری شود. پایه ها باید بزرگتر از تجهیزاتی باشد که روی آنها نصب می شود. قطر پایه های مخازن عمودی باید حداقل ۳۰ سانتیمتر بزرگتر از قطر مخزن باشد؛ ۱۵ سانتی متر دیگر نیز برای اتصال باید در نظر گرفته شود. برای متصل کردن تجهیزات حداقل فاصله ۱۰ سانتی متری از لبه پایه باید رعایت شود زیرا در صورتی که از این مقدار کمتر در نظر گرفته شود ممکن است باعث شود اگر لبه بتن دچار شکستگی شود کل اتصال از بین برود.

در مناطق زلزله خیز باید با اتصالات بیشتری تجهیزات یا مخازن را به پایه متصل کرد و حتی باید قطر پایه ها ۶۰ سانتی متر بزرگتر از قطر مخزن باشد.



شکل شماره ۳- طراحی بهتر-مخزن و پمپ در خارج از سازه مهار نشد



شکل شماره ۴- طراحی صحیح

میزان دسترسی به سایت

به طور کلی در اطراف پایه مخزن باید ۱ متر فضای آزاد وجود داشته باشد تا ورود و خروج به آسانی انجام شود. مخازن نباید در گوشه ها یا دیواره های کناری فضای مرده ایجاد کنند که مانع از خروج افراد شوند. موارد دیگری که باید در طراحی فضا در نظر گرفته شود چاهکها، سکوها، ستونهای ساختمان و تجهیزات ایمنی است.

تمامی تجهیزات مکانیکی نیاز به تعمیرات و نگهداری دوره ای دارند لذا باید فضای کافی برای این کار وجود داشته باشد تا اپراتور به راحتی به این تجهیزات دسترسی داشته باشد و حتی بتواند آن تجهیز را در صورت لزوم بردارد. تمام انواع مخازن و پمپها طول عمر مشخصی دارند و نهایتاً لازم است که جایگزین شوند لذا در طراحی باید این موضوع را مد نظر قرار داد. باید بتوان به کلیه لوله کشی ها و شیرآلات موجود در سایت دسترسی کافی وجود داشته باشد تا بتوان بدون آسیب زدن یا برداشتن لوله کشیها عملیات تعمیر و نگهداری را انجام داد. به خصوص در مواردی که از لوله های ترموپلاستیک استفاده می شود که بسیار آسیب پذیرند و نمی توانند وزن افراد را تحمل کنند باید فضای کافی برای تعمیر و نگهداری در نظر گرفته شود.

به عنوان یک قاعده کلی بین هر قطعه تجهیز چرخنده باید فاصله ۱ متری محور به محور رعایت شود. به علاوه مخزن ذخیره (یا مخزن روزانه) حداقل باید ۱/۵ متر از پمپها فاصله داشته باشد. ذخیره بیشتر از ۲ متر مکعب آب ژاول خطرناک است لذا در این موارد چندین ورود و خروج باید در نظر گرفته شود. فضای لازم برای پله

ها و دربها به محدوده ذخیره آب ژاول باید در نظر گرفته شود و برای ارتفاع، طول و فضای بین پله ها باید استاندارد های معماری را رعایت نمود.

برای دسترسی به تجهیزات ابزار دقیق تعیین سطح که در بالای مخزن نصب شده است باید فضای کافی وجود داشته باشد.

خلاصه ای از الزامات لوله کشی و خوراند آب ژاول

ممکن است واکنشهای تولید گاز در محلول آب ژاول اتفاق افتاده و مشکلاتی را برای پمپ ایجاد نماید لذا سیستم باید به گونه ای طراحی شود که از بروز چنین مشکلاتی جلوگیری شده و همچنین پایداری محلول آب ژاول نیز حفظ شود:

- سیستم لوله کشی به هیچ عنوان نباید فلزی باشد (به استثنای تانتالیوم و تیتانیوم) زیرا فلز باعث تجزیه محلول آب ژاول و تولید اکسیژن می گردد.
- آب ژاول را در مخازن مات ذخیره نمایید تا تجزیه دمایی و تجزیه در اثر تابش ماورابنفش را کنترل نمایید. از اینکه تمامی بخشهای مخزن با آب ژاول سازگارند اطمینان حاصل نمایید.
- در هنگام لوله کشی پمپها از طراحی ارتفاع مکش اجتناب نمایید. وقتی مخزن خالی می شود ارتفاع مکش فشار منفی مورد نیاز برای حرکت محلول به هد پمپ را افزایش خواهد داد.
- پمپ را تا جایی که ممکن است در نزدیکی مخزن قرار دهید تا خطوط مکش به اندازه کافی کوتاه باشد.
- در لوله کشی تخلیه یک شیر اطمینان فشار نصب نمایید.
- در لوله کشی تخلیه نزدیک پمپ یک شیر بای پس نصب کنید تا در حین عملیات تعمیر و نگهداری امکان تخلیه وجود داشته باشد.
- لوله تخلیه و مکش را در مسیر ۹۰ درجه و به صورت عمودی نسبت به لوله های ثابت قرار دهید تا امکان حرکت آزاد افقی لوله وجود داشته باشد که با تغییرات دمایی بتواند منقبض یا منبسط شود.

- در خط مکش و در نزدیکی شیر مکش از یک لوله عمودی ونت^۹ استفاده نمایید. قطر این لوله باید از قطر خط مکش بزرگتر باشد تا از تخلیه گاز اطمینان حاصل شود.

الزامات بهره برداری

وقتی از پمپهای تزریق مواد شیمیایی استفاده می شود کالیبراسیون پمپ فاکتور مهمی به شمار می آید. ساده ترین روش برای کالیبراسیون یک پمپ این است که از یک سیلندر مدرج و یک کرومتر استفاده شود. به دلیل اینکه پمپ تزریق ماده شیمیایی یک واحد تزریق حجمی است لذا وزن مخصوص آب ژاول باید لحاظ شود. فشاری که در آن سیستم کار می کند نیز حائز اهمیت است. به دلیل اینکه بیشتر پمپها از خطوط با قطر کم (۱۳ میلیمتر یا کمتر) استفاده می کنند لذا فاصله پمپاژ طولانی احتمال ضربه چکشی را افزایش می دهد. لوله کشی ها باید به دقت طراحی شوند تا فشار در سیستم بالا نرود.

تعمیر و نگهداری

نگران کننده ترین مساله در سیستم تزریق آب ژاول تشکیل رسوب در شیرهای ورودی و خروجی است رسوباتی که اطراف شیرآلات می نشینند ممکن است باعث چکه کردن محلول و یا به طور کلی اشکال در تزریق شوند. شیرها باید به صورت دوره ای بازرسی شوند. برای از بین بردن رسوبات یا اسیدشویی می شود و یا شیرها با آب شستشو می شوند. در چنین مواردی اورینگها و واشرهایی که در شیر یکطرفه استفاده شده اند باید تعویض شود.

جایگزینی دیافراگمها باید به آسانی امکان پذیر باشد. دوره تناوب جایگزینی بستگی به شرایط بهره برداری دارد. هنگامی که پمپ در مدار بهره برداری است از بستن شیرهای پایین دست اجتناب نمایید زیرا این مساله ممکن است باعث افزایش فشار برگشتی و پاره شدن دیافراگم شود. نوع دیافراگم و مقاومت آن به آب ژاول بسیار مهم است. حتما باید پمپ و قطعات مهم رزرو موجود باشد.

برای فلومترها، آنالایزر، pH متر و دیگر لوازم کنترلی نیز باید برنامه تعمیر و نگهداری وجود داشته باشد.

^۹ vented riser

سیستمهای انتقال هیپوکلریت سدیم

جنس مواد

اگر از مواد نامناسبی در تجهیزات تزریق یا انتقال آب ژاول استفاده شود احتمال آلودگی آب ژاول، تجزیه آن و تولید اکسیژن وجود دارد. موادی که می توانند در سیستمهای انتقال استفاده شوند در ادامه آورده شده است بعضی از این مواد به تنهایی استفاده می شوند و در بعضی دیگر که با آب ژاول سازگار نیستند باید از یک پوشش داخلی استفاده شود:

- PVDF (پلی وینیلیدین فلورید)
- PTFE (پلی تترا فلورو اتیلن)
- تیتانیوم
- اتیلن پروپیلن
- کلرو بوتیل ۱۰۰ درصد
- پلی پروپیلن
- PVC (پلی وینیل کلرید)
- CPVC (پلی وینیل کلرید کلردار شده)
- تانتالوم
- Viton™ A با حداقل دورومتر ۷۰
- پلی دی سایکلو پنتا دی ان
- FRP (فایبرگلاس تقویت شده با رزین و سیستم تولید مناسب)

لوله کشی

مواد متعددی می توانند جهت لوله کشی در سیستم هیپوکلریت سدیم بکار روند اما در هنگام انتخاب جنس لوله ها معیارهای زیر را باید مد نظر قرار داد:

- مقاومت شیمیایی

- خواص مکانیکی و ساختاری
- محدودیتهای دمایی
- روشهای نصب و اتصال
- هزینه

برخی از فلزات از جمله فولاد، فولاد ضد زنگ، مس، آلومینیوم جهت سیستم هیپوکلریت سدیم مناسب نیستند مگر اینکه بخش داخلی لوله با موادی که مقاومت شیمیایی در برابر هیپوکلریت سدیم داشته مانند پی وی سی، تفلون یا فیبر شیشه ای پوشانده شود. هنگام انتخاب جنس لوله باید اندازه لوله، فشار بهره برداری، دما و روشهای اتصال در نظر گرفته شود.

در سیستمهای لوله کشی که ممکن است در معرض فشار فیزیکی قرار بگیرند از لوله های فولادی پوشش دار باید استفاده شود. پوشش های داخلی می تواند پلی پروپیلن، PVDF، PTFE یا ترموپلاستیکهای مشابه باشد. در مواردی که فشار فیزیکی کمتر است پلی دی سایکلو پنتا دی ان و PVC تقویت شده مناسب هستند. در مواردی که به هیچ عنوان لوله ها تحت فشار فیزیکی نیستند اغلب از PVC ۸۰ یا CPVC استفاده می شود. وقتی از این نوع سیستم لوله کشی استفاده می شود باید استانداردهای فاصله گذاری رعایت شود. در سیستمهایی که از لوله های PVC یا CPVC استفاده می کنند باید در خصوص مشکلاتی از قبیل ضربه چکشی مایع یا گاز، انبساط یا انقباض دمایی، فعالیتهای تعمیر و نگهداری چاره اندیشیهای لازم انجام شود.

هنگامی که از سیستم لوله کشی PVC یا CPVC استفاده می شود از چسب برای مونتاژ آنها استفاده می شود لذا باید دقت شود چسب بکار رفته ویژه سیستمهای شیمیایی باشد. بلیچ و دیگر محلولهای قلیایی فوم سلیکا را حل می نمایند (اغلب مواقع فوم سلیکا به عنوان غلیظ کننده در چسبهای CPVC بکار می رود).

زمانیکی که باید از لوله ای فلزی استفاده نمود، از تیتانیوم استفاده کنید. فلزات دیگر همچون فولاد، فولاد ضد زنگ و Hastalloy[®] سریعاً در تماس با محلولهای آب ژاول خورده می شوند و خوردگی ایجاد شده باعث تجزیه آب ژاول خواهد شد.

از آنجایی که در اثر تجزیه آب ژاول اکسیژن تولید می شود که میتواند تجمع یافته و در صورت طراحی نامناسب سیستم لوله کشی در لوله های تخلیه و مکش مربوط به پمپ می تواند باعث انسداد خطوط گردد. با نصب و نتهایی در نقاط بالایی در این خطوط، کاهش تعداد زانویی ها در لوله و طراحی لوله ها به صورتی که شیب برگشت به مخزن ونت دار داشته باشد میتوان این مشکل را به حداقل رساند.

لوله کشی ها باید به طور منظم بازرسی شوند که نشستی مشاهده نشود؛ تمامی اتصالات و فلنجهای سیستم باید بررسی شوند.

در ادامه خلاصه ای از هر نوع لوله آورده شده است:

۱- لوله های PVC

در مواردی که سیستم تحت فشار نیست (فشار کمتر از ۱۰۰ psi) می توان از لوله های ۸۰ PVC استفاده نمود. در کل اگر آب ژاول بدون افزودن آب پمپ شود باید اندازه لوله ها را به دقت انتخاب کرد تا سرعت جریان آب ژاول را بین ۰/۱۵ تا ۲/۱ متر بر ثانیه حفظ نماید. سرعت کندتر باعث تولید گاز و تشکیل کریستال می گردد در حالی که سرعت بالاتر باعث جداسازی آب ژاول به حالت گاز و مایع می گردد اگر این مساله اتفاق بیفتد عمر تجهیزات خوراند آب ژاول کوتاه شده و امکان احتباس هوا در پمپ و عدم دقت دوزینگ وجود خواهد داشت. اگر لوله های PVC در خارج از ساختمان نصب شده اند باید در برابر اشعه ماورابنفش حفاظت شوند.

۲- لوله های روکش دار

در مواردی که فشار بالاست و یا اینکه طول عمر بالای تاسیسات مورد نیاز است سیستم لوله کشی روکش دار استفاده می شود که معمولا لول های فولادی با روکش Kynar یا Teflon® هستند. این سیستمها گران هستند اما ۲۰-۳۰ سال عمر می کنند.

۳- لوله های تیتانیومی

لوله تیتانیومی ۵ و ۱۰ می توانند برای استفاده طولانی مدت در سیستمهای آب ژاول به کار روند. در برخی سیستمهای خیلی بزرگ تیتانیوم در مقایسه با لوله های روکش دار مقرون به صرفه تر است و عملکرد بهتری دارد زیرا در سیستمهای تیتانیومی از اتصالات فلنچی استفاده نمی شود.

۴- لوله های فایبرگلاس تقویت شده (FRP)

در کل لوله های FRP در سیستمهای آب ژاول چندان موفق نبوده اند. اگر لوله های FRP به درستی و با مواد مناسبی ساخته شود و از سیستمهای کاتالیزوری و ضد خوردگی مناسبی استفاده شود می تواند گزینه خوبی برای سیستمهای آب ژاول باشد اما از آنجایی که نمی توان لوله FRP با این ویژگیها را به راحتی تشخیص داد لذا خریداران ترجیح می دهند از این لوله ها استفاده نکنند.

نگهدارنده لوله^{۱۰}:

برای ثابت نگهداشتن لوله در سیستم آب ژاول باید از نگهدارنده لوله استفاده نمود. به طور کلی در هر ۶۰ تا ۱۲۰ سانتی متر لوله روی خط پر کننده مخزن ذخیره و حداقل به ازای هر ۱۲۰ سانتی متر در تمامی خطوط دیگر باید از نگهدارنده لوله استفاده شود. از آنجایی که خطوط پرکننده مخزن ذخیره در معرض فشار زیادی هستند لذا باید از نگهدارنده لوله استفاده شود. همچنین اتصالاتی که روی دیواره مخزن واقع شده است نیز باید به درستی متصل شود تا فشار به دیواره های جانبی مخزن را به حداقل برساند چرا که در هر صورت مخزن در اثر پر و خالی شدن منقبض و منبسط می گردد.

شیرها:

در کاربردهای خاص قدرت ساختاری شیر باید در نظر گرفته شود. انتخاب شیر بستگی به نوع سیستم لوله کشی دارد و جنس شیر باید با سیستم لوله کشی سازگار باشد. هنگامی که از شیرهای تویی یا ساچمه ای پلاستیکی استفاده می شود احتیاطهای لازم باید در نظر گرفته شود که از آسیب به شیر/لوله و نشت محصول جلوگیری شود زیرا تجزیه محلول آب ژاول در اثر فلزات واسطه روی داده و وقتی شیر بسته باشد سیستم تحت فشار رفته و ممکن است آسیبهای جدی به شیرها، لوله ها و در نتیجه نشت محصول گردد. به طور کلی در شیرهای تویی که در سیستم آب ژاول استفاده می شود بهتر است یک سوراخ کوچک در سمت پایین شیر

^{۱۰} Pipe Supports

ایجاد کرد تا امکان فرار گازی که ممکن است در سیستم ایجاد شود؛ وجود داشته باشد. بسیاری از تولیدکنندگان شیرهایی را تولید می کنند که این سوراخها را به صورت از پیش طراحی شده دارد. شیرهای تویی ۲ اینچی و کوچکتر در سیستمهای آب ژاول به خوبی کار می کنند در مواردی که به شیرهای بزرگتری احتیاج است باید از انواع شیرهای دیگری استفاده کرد.

لوله کشی ها باید به طور منظم بازرسی شوند تا از عملکرد صحیح آنها مطمئن شده تا بتوان به موقع نشت داخلی و خارجی را تشخیص داد. عملکرد صحیح تجهیزات فرعی شیرآلات نیز باید به طور منظم بازرسی شوند.

اجکتورها^{۱۱}

در سیستمهای آب ژاول می توان به جای پمپها از اجکتور استفاده کرد. مزیت عمده استفاده از این اجکتورها این است که هزینه تبدیل سیستم کلرزنی گازی به آب ژاول را به حداقل می رساند زیرا سیستمهای کلرزنی گازی معمولاً از سیستم اجکتور استفاده می کنند. در این صورت لازم است بخشهایی از اجکتور تغییر کند اما اکثر سیستم لوله کشی می تواند مجدداً استفاده شود و هزینه پمپها حذف می شود. مزیت دیگر این است که اختلاط در نقطه کاربرد را افزایش می دهد. آخرین مزیت این کار این است که در مواقع اضطرار یا جاهایی که دسترسی به برق نیست این سیستم قابل استفاده است. استفاده از اجکتور می تواند سبب تولید رسوبات کربنات کلسیم شود که نه تنها سبب گرفتگی اجکتور بلکه گرفتگی لوله های پایین دست می شود.

معمولاً اجکتورها در مواردی که آب رقیق سازی سختی پایینی دارد (کمتر از ۱۵۰ ppm) و حجم آب رقیق سازی نسبت به حجم آب ژاول بالاتر است به کار می رود. برای اینکه اجکتور خوب کار کند بهتر است سختی کل آب رقیق سازی کمتر از ۴۰ ppm بوده و pH در کمتر از ۹ نگه داشته شود. در مواردی که سختی بالاتر از ۱۵۰ ppm است باید مرتباً اجکتور و لوله های پایین دست را تمیز کرد که می توان این کار را با یک محلول اسیدی ضعیف انجام داد اما باید توجه داشت که در صورت تماس آب ژاول با اسید گاز کلر تولید خواهد شد.

واشرها

^{۱۱} eductors

وقتی برای سیستمهای غیر فلزی گشتاور کمی مورد نیاز است، Viton® یا Teflon با قابلیت انبساط باید استفاده شود. واشرهای پلاستیکی با پوشش سیلیکون نیز انتخاب دومی هستند که خوب کار می کنند. واشرهای EPDM نباید استفاده شوند زیرا مرتباً نیاز به جایگزینی دارند (هر ۶ تا ۹ ماه یکبار باید جایگزین شوند). واشرهای Teflon سخت تر نباید در موارد با گشتاور کم استفاده شوند.

تجهیزات ابزار دقیق

مهمترین مساله در مورد تجهیزات ابزار دقیق این است که تنها از تیتانیوم، تانتالیوم و ترکیبات غیر فلزی می توان در تماس با آب ژاول استفاده نمود. در مورد ORP، pH و الکترودهای مغناطیسی نقره، پلاتین، طلا، تیتانیوم و تانتالیوم تنها فلزاتی هستند که می توانند استفاده شوند.

به دلیل اینکه مقادیر کمی نیکل می تواند به سرعت آب ژاول را تجزیه نماید لذا نباید از Hastelloy استفاده نمود. Hastelloy در حضور آب ژاول سرعت خوردگی قابل توجهی دارد

پمپ ها:

بطور کلی فشار پمپ تزریق باید % ۱۰ بیش تر از فشار نقطه تزریق باشد. نوع دیافراگمی پمپ برای هیپوکلریت سدیم مناسب تر است و برای انتخاب پمپ باید اصول زیر را در نظر گرفت:

الف- انتخاب نوع پمپ براساس حداکثر ظرفیت و فشار مورد نیاز

ب- انتخاب جنس مناسب برمبنای نوع و غلظت ماده شیمیایی پمپ شونده: جنس پمپهای تزریق باید به دقت انتخاب شود که در برابر آب ژاول مقاوم باشد

ج- انتخاب قابلیت های خاص مورد نیاز (مانند برنامه ریزی، فرمان پذیری و ...)

د- انتخاب لوازم جانبی مورد نیاز سیستم

یک پمپ کامل دارای اجزای متعددی است لذا هنگام تعیین کردن مشخصات پمپ باید توجه ویژه ای داشت. پمپهای رایج جابجایی مثبت یا سانتریفیوژی هستند که در مورد آب ژاول اگر فلزی باشد باید تیتانیومی بوده و اجزای غیر فلزی آنها PVC، TFE، Kynar، Tefzel، فلئوئورو پلیمرهای Halar باشد. وقتی از پمپهای جابجایی مثبت استفاده می شود باید از سیستمهای اطمینان فشار^{۱۲} استفاده شود و پمپ سانتریفیوژی به دلیل ملاحظات

^{۱۲} pressure relief systems

دما و جریان نیاز به چرخه بای پس^{۱۳} دارد. یکی از بهترین پمپها در انتقال آب ژاول پمپ سانتریفیوژی تیتانیومی هستند که نسبت به پمپهای دیگر بسیار گرانترند. پمپهای سانتریفیوژی که از seal استفاده می کنند وجوه seal باید از جنس کاربید سیلیکون باشد. هیچ جزئی فلزی غیر از تیتانیوم نباید در seal داخلی که در تماس با آب ژاول قرار می گیرد؛ به کار رود. در هر صورت هر seal خوبی نیز باید پس از ۳-۵ سال تعویض گردد.

پمپهای سانتریفیوژ با درایوهای مگنتی که هیچ seal ندارند در سیستمهای تزریق آب ژاول بسیار موفق عمل کرده اند و به دلیل نداشتن seal هزینه بهره برداری آنها از پمپهای تیتانیومی کمتر است. پمپهای تیتانیومی با وجود اینکه از پمپهای پلاستیکی گرانترند اما طول عمر بالاتری دارند. برای اطمینان از اینکه پرسنل و محیط زیست در معرض خطر نشت آب ژاول قرار نمیگیرند باید در طراحی ها از پمپ حفاظت شده (یعنی درایو مگنتی) یا پوشش دار استفاده کرد تا از هر گونه نشت از محل شفت seal یا اتصالات لوله ها جلوگیری شود. توصیه های سازنده پمپ را به ویژه در خصوص وضعیت seal مد نظر قرار دهید.

پمپهای فولادی مگنتی با روکش Teflon®، Tefzel® یا دیگر مواد غیر فلزی از ۳-۵ سال عمر می کنند لذا بسته به نوع پمپ باید ۲ یا ۳ پمپ یدک نیز خریداری شود. اگر پمپ مگنتی استفاده شود برای جلوگیری از خشک کار کردن پمپ و آسیب رسیدن به شفت و یاتاقانهای پمپ باید از مانیتور نمایش دهنده توان پمپ^{۱۴} استفاده شود.

پمپهای دیافراگمی در دبی های بالاتر از ۴۰ لیتر در ثانیه رایج ترین پمپها هستند. بیشتر این پمپها یک تنظیم دستی دارند که سرعت تزریق را توسط طول ضربه، سرعت پمپ یا هر دو تنظیم می کنند. بعضی از این پمپها یک گزینه دارند که با توجه به سیگنال ورودی (به عنوان مثال بر اساس خروجی فلومتر، آنالایزر کلر، سیستم کنترل توزیع، سیستم اسکادا) سرعت تزریق را تنظیم می نمایند.

پمپهای دیافراگمی معمولاً به مکش از بالا نیاز دارند و بنابراین باید از پایین مخزن ذخیره تغذیه شوند تا از کاهش محرک اولیه جلوگیری شود. در خصوص پمپهای دیافراگمی باید یک برنامه نگهداری پیشگیرانه منظم

^{۱۳} bypass loops

^{۱۴} power monitor

داشت تا بسته به برند پمپ هر ۲۴-۱۲ ماه آنها را بازرسی کرد در صورتی که کیفیت آب ژاول ضعیف باشد باید به طور هفتگی یا ماهانه پمپها مورد بازرسی قرار گیرند. این برنامه شامل جایگزینی شیرهای تویی، جایگزینی دیافراگم و واشر و در کل تمیز کردن داخل پمپ می باشد.

یکی از مواردی که در خصوص پمپهای آب ژاول باید مد نظر قرار داد این است که آب ژاول ممکن است در اثر تجزیه گاز اکسیژن آزاد نماید. اگر سیستم به درستی طراحی نشود و یا آب ژاول کیفیت خوبی نداشته باشد پمپهای دیافراگمی مستعد "احتباس گاز"^{۱۰} هستند.

پمپهای پرستالتیک^{۱۱} در سیستمهای کوچک بسیار متداولند، این پمپها برای دبی های بیشتر از ۴۰ لیتر در ثانیه چندان رایج نیستند. پمپهای پرستالتیک به آسانی نصب و بهره برداری می شوند و خودمحرک می باشند. یک مزیت این پمپها این است که مواد شیمیایی در معرض هوا یا بخشهای متحرک پمپ قرار نمیگیرند. مزیت دیگر این است که این پمپها می توانند از بالای مخزن ذخیره تغذیه شوند. مزیت سوم این پمپها این است که مانند پمپهای دیافراگمی مستعد احتباس گاز نیستند.

پمپ ها و تجهیزات کمکی مربوط به آن را به طور منظم بازرسی کرده و برنامه تعمیر و نگهداری برای آن تهیه و تنظیم نمایید.

دیگر تجهیزات مربوط به پمپها

برای جلوگیری از ساییدگی و پارگی پمپها و اجزای مربوطه، صافی های ۷ باید در سمت مکش پمپها قرار داده شود. حتی اگر از آب ژاول با کیفیت استفاده شود، این صافی ها تراشه های PVC که از تعمیرات لوله ها ایجاد می شود را می گیرند.

یک شیر فشار برگشتی باید در قسمت تخلیه تمامی پمپها به ویژه پمپهای دیافراگمی استفاده شود تا مانع از تزریق اضافی از طریق پمپ شده و مانع از این شویم که سطح مخزن روی سرعت واقعی تزریق پمپ تاثیر بگذارد. استفاده از این تجهیزات اگر به درستی تنظیم شود عمر اجزای پمپ را افزایش می دهد.

^{۱۰} vapor-locking

^{۱۱} Peristaltic

استفاده از یکنواخت کننده جریان^{۱۷} باید در پمپهای دیافراگمی استفاده شود. یکنواخت کننده جریان علاوه بر اینکه به عنوان یک سیستم ضربه گیر عمل می کند، جریان را نیز یکنواخت و پیوسته می نماید. برای تسهیل در خروج هوا از پمپ باید روی تخلیه پمپ دیافراگمی یک شیر تخلیه^{۱۸} یا لوله تخلیه نصب شود. برای پمپ ها باید از شیرهای اطمینان فشار استفاده شود.

باید یک سکوی مجزایی برای پمپ و متعلقاتش^{۱۹} در نظر گرفته شود که جعبه الکتریکی برای سیم کشی کنترل و برق در یک فریم PVC روی آن قرار دارد. این سکو مزایایی دارد: ۱- تمام تجهیزات پمپ روی محوطه کوچکی قرار داده می شود. ۲- این صفحه قابل حمل بوده و می تواند به آسانی جابجا شود. ۳- نیاز به داشتن دیوار بزرگی برای نصب دیواری تجهیزات را حذف می کند. ۴- به دلیل اینکه لوله کشی ها به درستی طراحی می شوند احتباس گاز در سیستمهای آب ژاول را کاهش می دهد. ۵- آب ژاول به خاطر طبیعت خورنده اش سبب نشت در لوله ها می شود که با اینکار این مساله به حداقل می رسد. ۶- از پیچیده شدن و نامنظمی سیستم و لوله کشیها جلوگیری می کند. ۷- بهره برداری سیستم را تسهیل می نماید. ۸- در طولانی مدت هزینه های نصب و تعمیر و نگهداری را کاهش می دهد.

الزامات انتخاب مخزن ذخیره آب ژاول

جانمایی مخازن ذخیره آب ژاول تحت تاثیر عوامل متعددی است. مخازن باید به صورتی جانمایی شوند که بتوان یک فوندانسیون بتنی و یک سازه مهار نشت مناسب برای آنها تعبیه کرد. ایده آل این است که مخازن را داخل ساختمان و یا زیر سایبان قرار داد تا در اثر افزایش دما و تابش نور خورشید آب ژاول تجزیه نگردد. اندازه مخزن نیز تحت تاثیر عوامل متعددی است اول اینکه باید حجم تانکرهای آب ژاولی که از کارخانه های تولیدکننده محموله های آب ژاول را انتقال می دهند بررسی نمود. به عنوان مثال اگر حجم تانکرهای حمل آب ژاول ۲۰۰۰۰ لیتر است باید مخازن ۸۰۰۰-۱۲۰۰۰ لیتری یا یک مخزن ۲۲۰۰۰ لیتری تعبیه نمود. البته باید توجه داشت به دلیل اینکه آب ژاول در طول زمان تجزیه می گردد نباید بیشتر از ۳۰ روز ذخیره سازی شود زیرا هم قدرت محلول کاهش می یابد و هم میزان محصولات جانبی در آن افزایش می یابد. در مواردی که آب ژاول

^{۱۷} pulse dampener

^{۱۸} Bleed valves

^{۱۹} Pump skid

خارج از ساختمان انبارش می شود نباید بیشتر از ۲۱-۱۴ روز انبارش شود. همانطور که قبلا نیز ذکر شد باید از مخزن ذخیره آب ژاول استفاده نمود زیرا اگر برای یکی مشکلی پیش آمد بتوان از مخزن دوم استفاده نمود و همچنین آب ژاول تازه را روی آب ژاول قدیمی نریخت.

همانطور که گفته شد مخازن باید روی پایه هایی با طراحی مناسب قرار داده شوند تا بارگیری کامل مخزن بتواند با ایمنی کامل انجام شود. همچنین موارد مربوط به دسترسی به مخزن از جمله نردبان، نرده و ... نیز رعایت شود. روشنایی به اندازه کافی باشد.

مخازن ذخیره آب ژاول باید دارای شیرهای مخصوص، فاضلاب، تجهیزات ابزار دقیق تعیین سطح و گیج نشان دهنده سطح مخزن باشد.

۱-لوله های ورودی:

لوله های ورودی به مخزن باید طوری طراحی شوند که امکان عبور جریان ۱۰ تا ۱۵ لیتر در ثانیه را که هنگام تخلیه تانکر اتفاق می افتد را داشته باشند. برای اینکه آب ژاول تازه روی آب ژاول قدیمی ریخته نشود شیر تخلیه باید بر روی مخزن نصب گردد. طراحی باید به گونه ای انجام شود که محلول آب ژاول بین شیرها یا درپوشها گیر نکند همچنین از شیر های اطمینان فشار برای کنترل فشار استفاده شود. زیرا گازهای حاصل از تجزیه آب ژاول می تواند سبب افزایش فشار در سیستم شود. تخلیه آب ژاول به صورت عمودی فشار افقی به مخزن و سیستم لوله کشی آن را به حداقل می رساند.

وقتی مخازن پلی اتیلنی از آب ژاول پر می شوند قطرشان ۱ تا ۵ سانتی متر منقبض یا منبسط می شود و این مساله باعث فشار به اتصالات پایینی موجود در دیواره مخزن و لوله های خروجی از مخزن می شود. لذا برای تخلیه مخزن باید از لوله های انعطاف پذیر استفاده نمود. در نزدیکی انتهای این لوله ها باید یک شیر جداسازی نصب کرد تا هر موقع که لازم بود بتوان آنها را جایگزین نمود. می توان از شلنگهای پلاستیکی که تاییدیه لازم برای استفاده در آب ژاول را دارند استفاده کرد؛ البته استفاده از این شلنگها مشکل تر است و نیاز به قلاب و گیره دارد.

عملکرد صحیح شیرهای اطمینان فشاری که در لوله های ورودی نصب می شوند باید به طور دوره ای بررسی شود. کلیه شیرها از نظر عملکرد و نشت باید به صورت داخلی و خارجی بازرسی شوند.

لوله پر کردن مخزن باید از بالا مخزن را پر کند نه از طرفین یا انتها. اتصالات از طرفین یا انتها باعث وارد کردن فشار به دیواره های جانبی مخزن و شکستگی، ایجاد جریان برگشتی و نیاز به زمان طولانی تر برای پر کردن مخزن می شود. یک اتصال برای سرریز^{۲۰} با لوله ای به سازه مهار نشت نیز باید وجود داشته باشد. در صورت امکان باید سرریز در بالای مخزن واقع شده باشد تا فشار روی دیواره های جانبی مخزن را به حداقل برساند. جهت بازرسی مخزن باید در بخش بالایی مخزن دریچه ای وجود داشته باشد که این دریچه حداقل باید ۴۰ سانتیمتری باشد تا پرسنل بتوانند وارد مخزن شده و مخزن را بازرسی نمایند قطر مطلوب این دریچه ها ۶۰ سانتی متر است. لازم به ذکر است پرسنل باید از لوازم حفاظت فردی مناسب برای این کار استفاده نمایند. در مخازن FRP اغلب دریچه های بازرسی در اطراف مخزن تعبیه می شود نه در بالای مخزن اما در مخازن پلی اتیلنی به دلایل ساختاری این کار غیر ممکن است.

باید فضای مناسب برای تخلیه کامل مخزن از آب ژاول، شستشوی مخزن و استفاده از تجهیزات حفاظت تنفسی وجود داشته باشد.

در صورتی که از آب ژاول با کیفیت ضعیف استفاده شود، مخازن ذخیره آب ژاول می تواند حاوی ۱۵ تا ۳۰ سانتی متر لجن باشد لذا این مخازن باید حداقل سالی یک بار تمیز شوند و این لجن باید تخلیه و داخل مخزن به خوبی شستشو شود. در کل باید مخازن آب ژاول از نظر وجود لجن بررسی و شستشو شوند. برای سهولت کار تمیز کردن، تعمیر یا جایگزینی مخزن می توان از یک اتصال برای پساب^{۲۱} یا یک پمپ لجن کش استفاده نمود.

۲- سیستم ونت/ سرریز:

جهت حذف فشار اضافی یا خلا که در هنگام پر یا خالی کردن مخزن ممکن است اتفاق بیفتد باید یک سیستم ونت وجود داشته باشد. لذا باید حداقل یک ونت یا شیر سرریز در بالای مخزن وجود داشته باشد که قطر آن دو برابر قطر ورودی مخزن باشد یعنی اگر قطر لاین تخلیه کامیون ۵ سانتی متر است قطر ونت باید ۱۰ یا ۱۵

^{۲۰} overflow

^{۲۱} drain connection

سانتی متر باشد. وقتی کامیون حمل آب ژاول، مخزن را پر از آب ژاول می کند ممکن است ضربه چکشی هوا اتفاق بیفتد. همچنین مخزن باید طوری طراحی شود که از پرشدن بیش از حد^{۲۲} مخزن جلوگیری شود.

برای اینکه از ورود حشرات به مخازن آب ژاول جلوگیری شود باید به انتهای این ونتها توریهای وینیلی محافظ در برابر ورود حشرات چسبانده شود.

عملکرد صحیح ونت ها باید به طور دوره ای بررسی شود. لوله کشی باید به گونه ای انجام شود که در هنگام سرریز شدن، مایع روی پرسنل نریزد و وارد سازه مهار نشد گردد.

۳- تجهیزات ابزار دقیق تعیین سطح مواد مخزن:

به دلیل اینکه آب ژاول در مخازن مات ذخیره می شوند لذا استفاده از تجهیزات ابزار دقیق تعیین سطح مواد داخل مخزن ضروری است برای این کار می توان از تجهیزات ابزار دقیق الکترونیکی مثل سنسورهای التراسونیک، رادار و سنسورهای اختلاف فشار استفاده کرد. سنسورهای اولتراسونیک و راداری در بالای مخزن نصب می شوند و چون در تماس با مایع نیستند کمتر تحت تاثیر خوردگی قرار می گیرند اما سنسورهای اختلاف فشار چون در تماس با مایع هستند لذا باید طوری طراحی شوند که مقاوم به خوردگی باشند.

به دلیل اینکه ممکن است تجهیزات ابزار دقیق در مواردی خارج از مدار شود لذا مخازن باید گیج های بصری^{۲۳} نیز داشته باشند. گیج های بصری می توانند از نوع مغناطیسی یا نوع شفاف باشند. نوع شفاف یک لوله مدرج پلاستیکی شفاف است که مستقیماً سطح مایع را نشان می دهد. نوع مغناطیسی آن یک شناور مغناطیسی است که موقعیت آن نشاندهنده سطح مایع در مخزن است.

۴- جنس مخزن

جنس موادی که برای ذخیره آب ژاول استفاده می شوند تاثیر بسزایی روی پایداری و کیفیت آب ژاول دارد. جنس موادی که برای ذخیره آب ژاول مناسبند شامل: FRP ، HDPE و تیتانیوم و کربن استیل با پوشش پلاستیکی می باشد. در کل ترموپلاستیکهایی مانند پلی وینیل کلراید (PVC) و CPVC با آب ژاول سازگارند

^{۲۲} overfilling

^{۲۳} sight gauges

اما محدودیتهای دمایی دارند. کلر (چه به صورت کلر مولکولی و چه به صورت آب ژاول) به آرامی به ترموپلاستیکها نفوذ می کند البته آسیبی به ترموپلاستیکها نمیزند اما می تواند روی موادی که مخزن یا لوله ها را احاطه کرده اند اثر خوردگی داشته باشد. انتخاب جنس مخزن بستگی به میزان سرمایه گذاری، موقعیت مخزن و طول عمر مورد نیاز دارد. بعضی از مخازن فقط ۲ تا ۳ سال عمر دارند. مخازن تیتانیومی بالای ۳۰ سال عمر می کنند.

الف- کربن استیل با پوشش پلاستیکی (پوشش PVC یا Teflon): مخازن کربن استیل پوشش دار به طور کلی از دیگر مخازن غیرفلزی قویترند و پوشش داخلی آنها را در برابر آب ژاول مقاوم می سازد؛ اما این مخازن بسیار گران هستند. در اغلب موارد پوشش کلروپتیل در این مخازن استفاده می شود که ۱/۴ اینچ ضخامت داشته و طول عمر ۳ تا ۶ سال دارند. به دلیل قیمت بالا و طول عمر پایین از این مخازن بیشتر در انبارش تحت فشار یا کارخانه ها استفاده می شود.

ب- فایبرگلاس تقویت شده (FRP): استفاده از مخازن FRP در ذخیره آب ژاول بسیار رایج است و اگر به درستی طراحی و ساخته شود بهترین انتخاب است. این مخازن اکثرا از داخل به خارج ساخته می شوند و یک سد خوردگی دارند که ۲۰ میل ضخامت دارد و از یک رزین قوی تشکیل شده که یک پوششی با سطح سنتزی دولایه دارد

مخازن FRP مقاومت خوبی در برابر آب ژاول دارند و بسته به رزینی که استفاده شده محدودده دمایی می تواند بین ۴۸ تا ۸۲ درجه سانتی گراد باشد، لذا انتخاب رزین از اهمیت زیادی برخوردار است. در بعضی موارد که مخازن در خارج از ساختمان واقع شده اند باید مخازن را عایق نمود.

مخازن FRP که برای ذخیره آب ژاول به کار می روند باید از سیستم پخت^{۲۴} بنزوئیک پروکسید/دی متیل آنیلین استفاده کرده و رزین آنها باید غیر تیکسوتروپ باشد^{۲۵} (عوامل تیکسوتروپ ویسکوزیته یا سیالیت رزین را

^{۲۴} Cure system
^{۲۵} nonthixotropic

کنترل می کنند) در دیواره داخلی مخزن باید یک رزین ۱۰ میل اضافه دیگر به کار رود (مجموعاً ۲۰ میل) و مخزن باید در ۸۲ درجه سانتی گراد برای ۴ ساعت پیش پخت^{۲۶} شود.

لذا در هنگام انتخاب مخازن FRP باید مواردی مثل نوع رزین و افزودنیها، روش ساخت^{۲۷}، دمای ذخیره سازی و کیفیت آب ژاول (آلودگی آب ژاول به فلزات می تواند روی مخزن تاثیر بگذارد) را مدنظر قرار داد و تاکید می گردد که فقط از مخازن FRP مخصوص آب ژاول استفاده شود چرا که این مخازن انواع گوناگونی دارند. به علاوه این مخازن باید استبلایزرهای ماورابنفش مناسبی داشته باشند در مواردی که قرار است مخزن داخل ساختمان قرار بگیرد نیازی نیست که در برابر اشعه ماورابنفش مقاوم باشد.

یک مخزن مناسب FRP آب ژاول بین ۱۰ تا ۲۰ سال عمر می کند. اما مخازنی که خوب ساخته نشوند مورد حمله شیمیایی آب ژاول قرار گرفته و سطح داخلی آنها تبدیل به مایع می شود که اغلب موارد گزارش می شود که سطح داخلی آنها چسبیده شده است و در نهایت از بین رفتن رزین سبب ایجاد نشت از مخزن می گردد در این حالت این مخازن ۲ تا ۳ سال بیشتر عمر نمی کنند. تعویض پوشش داخلی مخزن سبب می شود به صورت موقتی از نشت جلوگیری شود.

داخل این مخازن باید در دوره های زمانی منظمی حداقل دو سال یک بار بازرسی گردد. برای کسب اطلاعات بیشتر در خصوص جزئیات انتخاب مخازن FRP به مرجع شماره ۷ مراجعه فرمایید.

ج- HDPE پلی اتیلن دانسیته بالا: در مخازن HDPE دو نوع پلی اتیلن استفاده می شود: خطی و با اتصالات عرضی (شبکه ای شده)^{۲۸}. پلی اتیلن خطی از زنجیره های بلند مولکولهای پلی اتیلن تشکیل شده که به هم متصل نیستند. پلی اتیلن با اتصالات عرضی از زنجیره ای از مولکولهای پلی اتیلن تشکیل شده که به صورت متناوب در فواصل مختلف به هم متصل شده اند. مخازن HDPE با اتصالات عرضی (شبکه ای شده) به دلیل قیمت بالاتر رزین و فرآیند ساخت پیچیده ترش گرانترند. هر دو نوع مخازن برای ذخیره آب ژاول استفاده می شود اما مخازن HDPE با اتصالات عرضی (شبکه ای شده) مقاوم ترند و ساختار قویتری دارند و کمتر دچار

^{۲۶} postcured

^{۲۷} fabrication

^{۲۸} cross - linked

نشت می شوند اما سازگاری شیمیایی مخازن HDPE از نوع خطی با آب ژاول بیشتر است. در بعضی موارد شرکتهای سازنده مخازن HDPE با اتصالات عرضی می سازند که سطح داخلی آنها از نوع خطی است اما نگرانی در خصوص عدم اتصال مناسب این دو لایه به هم وجود دارد.

طول عمر این مخازن به عواملی مانند کارخانه تولید کننده، رزین مورد استفاده، دمای تولید، کیفیت آب ژاول (آلودگی آب ژاول به فلزات می تواند روی مخزن تاثیر بگذارد) و شرایط بهره برداری دارد. طول عمر این مخازن بین ۵ تا ۷ سال است. تاکید می گردد که از مخازن HDPE مخصوص آب ژاول استفاده شود. آب ژاول روی پلی اتیلنی که مستقیماً در معرض مواد شیمیایی قرار دارد اثر نامطلوب می گذارد. آب ژاول آنتی اکسیدانت ها و پلاستیزایرها^{۲۹} را که پلی اتیلن را انعطاف پذیر می نمایند، اکسید می کند و لذا لایه داخلی مخزن شکننده شده و در شرایط بهره برداری ممکن است شکاف بردارد به این دلیل طول عمر این مخازن کمتر است. در مواردی که مخزن داخل ساختمان قرار می گیرد باید توجه داشت که طول عمر این مخازن ۵ تا ۷ سال است لذا باید امکان جایگزینی این مخازن وجود داشته باشد.

یکی از مشکلات بزرگ اتصالات اطراف مخزن است. تمامی اتصالات خارجی باید با تعبیه تکیه گاههای برای لوله ها تقویت شوند تا فشار روی مخزن در این نقاط را کاهش دهند. با توجه به اینکه زمانی که مخزن پر می شود دچار انبساط افقی می گردد لذا این تکیه گاههای لوله باید طوری نصب شوند که مخزن امکان انبساط افقی را داشته باشد. اگر مخزن امکان انبساط افقی را نداشته باشد احتمال ترک خوردن اتصالات مخزن ذخیره وجود دارد.

در مخازن HDPE از رزینهای گوناگونی استفاده می شود که رایج ترین آنها پیگمنت سیاه و پیگمنت نیمه شفاف است. بعضی از سازنده ها برای مخازن آب ژاول از رزین خاص سفید مات استفاده می کنند. HDPE نیمه شفاف اشعه ماورابنفش را از خود عبور داده و لذا باعث می شود آب ژاولی که در آن ذخیره می گردد به سرعت تجزیه شود (در مواردی که مخزن خارج ساختمان واقع شده است) لذا رزین مورد استفاده در مخازن HDPE که قرار است در خارج ساختمان قرار داده شوند باید حاوی بازدارنده^{۳۰} اشعه ماورابنفش باشد.

^{۲۹} plasticizers
^{۳۰} inhibitor

مخازن HDPE سیاه اشعه ماورابنفش را منعکس خواهند کرد اما گرما را جذب می کنند که این موضوع باعث بالا رفتن دمای آب ژاول و افزایش سرعت تجزیه آن می گردد لذا در مواردی که مخازن خارج از ساختمان قرار می گیرند از مخازن سیاه رنگ نباید استفاده کرد.

در مقایسه مخازن HDPE و FRP می توان گفت مخازن FRP گرانتر از HDPE هستند لذا در حجمهای بالاتر از ۳۸ متر مکعب مخازن FRP مقرون به صرفه بوده و در حجمهای کمتر از ۱۱ متر مکعب مخازن HDPE مقرون به صرفه می باشند. تعمیر مخازن HDPE سخت تر از مخازن FRP است. مخازن HDPE قدرت ساختاری و مکانیکی مخازن FRP را ندارند لذا بعد از چندسال بهره برداری از مخازن HDPE، این مخازن شکل طبیعی خود را از دست می دهند بنابراین سیستم پاییینگ که به مخزن متصل می شود باید انعطاف پذیری لازم را داشته باشد تا مخزن در حین پر و خالی شدن انعطاف لازم را داشته باشد.

داخل این مخازن باید در دوره های زمانی منظمی بازرسی گردد.

د-مخازن تیتانیوم:

این مخازن در مقایسه با دیگر مخازن بسیار گران هستند اما به دلیل اینکه عمر مفید آنها ۳۰ تا ۵۰ سال است لذا می توانند مقرون به صرفه باشند. این مخازن بهترین مخازن برای نگهداری آب ژاول هستند اما به دلیل قیمت بالایشان کمتر استفاده می شوند. (برای کسب اطلاعات بیشتر در خصوص جزئیات انتخاب مخازن به مرجع ۲ شماره مراجعه فرمایید)

بهره برداری از مخازن آب ژاول

تخلیه کامیون حمل آب ژاول: با استفاده از فشار هوا که به بالای کامیون حمل محموله وارد می شود، آب ژاول از کامیون به مخزن منتقل می شود. اداره حمل و نقل آمریکا (DOT) اعلام کرده است که حداکثر وزنی که می تواند با کامیون حمل شود ۲۰ تن می باشد که برای آب ژاول ۱۲/۵ درصد ۱۷۵۰۰ لیتر می شود و ماکزیمم مقدار نباید از ۲۰ تا ۲۲ هزار لیتر آب ژاول بیشتر باشد

مخازن باید به گونه ای طراحی شوند که اپراتور بتواند به بالای آن دسترسی داشته باشد همچنین باید به قدر کافی تقویت شده باشد که وزن پرسنل را تحمل کند. مخازنی که ارتفاعی بیشتر از ۱/۵ دارند باید یک نردبان داشته باشند تا بتوان به بالای آن مخزن دسترسی پیدا کرد. نردبان باید از جنس FRP یا استیل با پوشش FRP باشد همچنین باید به دیواره های مخزن وصل شود. انتهای نردبان باید در کف سازه مهار نشد قرار بگیرد تا وزن پرسنل روی کف باشد در صورتی که انتهای نردبان به دیواره مخزن متصل باشد وزن فردی که روی نردبان است به مخزن وارد می شود. نردبان باید حداقل ۱ متر بالاتر از دیواره های جانبی مخزن باشد. مطابق اعلام اداره بهداشت و ایمنی شغلی آمریکا (OSHA) نردبانهای بلندتر از ۵ متر باید مجهز به سازه ایمنی نردبان با حفاظ کمربندی^{۳۱} باشند تا از سقوط احتمالی پرسنل جلوگیری نماید (نمونه ای از این سازه ایمنی در شکل ۵ آورده شده است)



شکل شماره ۵- سازه ایمنی برای نردبانهای بلندتر از ۵ متر

کلیه نردبانها با هر ارتفاعی باید مجهز به نرده باشند به گونه ای که الزامات OSHA را تأمین نماید. دستگیره ی نرده باید شامل یک دستگیره فوقانی و یک دستگیره میانی بوده و برای جلوگیری از لغزیدن و پرتاب شدن اشیاء و لوازم به لبه ی مخزن داشته باشد. دستگیره ی نرده باید به طور کامل محیط [اطراف] مخزن را احاطه کرده، و از طریق بست هایی که تماماً وارد دیواره ی فوقانی مخزن شده، به مخزن متصل باشد. ارتفاع دستگیره ی نرده در قسمت فوقانی مخزن باید به دقت طراحی و اجرا شود تا از تداخل با تیرهای سقف اتاق، مجاری (سیم پوش های) الکتریکی، سیستم روشنایی و ... ممانعت به عمل آید.

^{۳۱} safety cage ladder

الزامات ایمنی تجهیزات و لوازم حفاظت فردی

با توجه به اینکه آب ژاول جز مواد خورنده طبقه بندی می شود لذا الزامات ایمنی خاصی باید برای ساختمان رعایت شود که از آن جمله میتوان به سازه مهار نشت، تهویه دائمی مناسب در محیط کار با آب ژاول ، سیستم آبیاش آتش^{۳۲} ، سیستم دوش و چشم شوی اضطراری اشاره نمود. همچنین باید جعبه کمکهای اولیه در دسترس باشد.

سازه مهار نشت باید پیرامون مخازن ذخیره، تجهیزات انتقال یا پمپاژ آب ژاول و لوله کشی ها را در بر گیرد. در صورتی که نشت یا شکستگی در مخازن ذخیره آب ژاول اتفاق بیفتد احتمال این وجود دارد که کل محتویات مخزن خالی شود؛ لذا طراحی صحیح و اندازه مناسب سازه مهار نشت، مانع از ورود نشت به محیط می شود.

در خصوص تعداد و موقعیت مکانی دوش و چشم شوی اضطراری باید بررسی های لازم انجام شود. نزدیکی دوش و چشم شوی به محل سامانه و در دسترس بودن آن بسیار حائز اهمیت است. چرا که فرد آسیب دیده فرصت کافی برای اینکه از دری عبور کند یا از پله ها عبور کند تا به محل استقرار دوش یا چشم شوی برسد ندارد. همچنین گاهی اوقات لازم است چندین دوش و چشم شوی اضطراری نصب گردد زیرا محل مواجهه با آب ژاول ممکن است داخل یا خارج ساختمان و مکانهای مختلفی باشد لذا بنا به شرایط در نزدیکی هر محل باید دوش و چشم شوی اضطراری نصب گردد.

با توجه به قوانین OSHA که الزاماتی برای حفاظت کارمندان در محیط کاری وضع می کند باید قبل از اینکه کارمندان مجبور شوند از تجهیزات حفاظت فردی استفاده نمایند باید سعی شود مواد خطرناک از محیط کاری حذف گردد. وقتی یک ماده خطرناک است و الزام می گردد که از تجهیزات حفاظت فردی استفاده شود شرکتها وظیفه دارند این لوازم را برای کارکنانشان تهیه نمایند تا کار در محیطی ایمن را تضمین کنند. برای اطمینان از حفاظت کارکنان OSHA خطرات محیط کار را شناسایی کرده آنها را ارزیابی و به بهترین وجهی کنترل می نماید و برنامه تجهیزات حفاظت فردی (PPE)^{۳۳} تنظیم می نماید. به علاوه کارکنان باید آموزشهای لازم را در

^{۳۲} fire sprinklers

^{۳۳} personal protective equipment

خصوص نحوه استفاده از تجهیزات حفاظت فردی ببینند تا اطمینان حاصل شود که کارکنان محدودیتهای تجهیزات را می دانند و همچنین نحوه صحیح استفاده از آنها، تمیز کردنشان و مراقبت از آنها اطلاعات لازم را دارند.

از آنجایی که آب ژاول جز مواد خورنده می باشد لذا میتواند به چشمها و پوست آسیب برساند، سیستم تنفسی را تحریک نموده و باعث سوزش گلو و بینی شود لذا قبل از شروع کار با آب ژاول باید تجهیزات حفاظت فردی مناسب^{۳۴} پوشیده شود. حداقل تجهیزات ایمنی برای کار با آب ژاول شامل عینک محافظ در برابر مواد شیمیایی، دستکش پلاستیکی مقاوم و چکمه پلاستیکی و بسته به شرایط (مطابق دستور عمل تجهیزات حفاظت فردی برای سامانه های گندزدایی آب ژاول) باید از حفاظ صورت، کلاه ایمنی سخت و لباس کار با مواد شیمیایی و تجهیزات حفاظت تنفسی مناسب استفاده نمود. با توجه به ارزیابی ریسک باید تعیین شود که در هر عملیاتی از چه تجهیزات حفاظت فردی استفاده شود.

تمامی افرادی که با آب ژاول سروکار دارند باید با برگه اطلاعات ایمنی مواد (MSDS) آن آشنایی کافی داشته باشند. برگه اطلاعات ایمنی مواد حاوی اطلاعاتی از قبیل خواص شیمیایی، خطرات فیزیکی، خطراتی که ممکن است روی سلامتی افراد داشته باشد، کمکهای اولیه، اطلاعاتی در مورد حمل و نقل و اطلاعات زیست محیطی می باشد.

وقتی محلولهای هیپوکلریت غلیظ در شرایط گرم قرار می گیرند (مثلا در اطراف پمپ) و کاملا خشک می شوند کریستالهای کلرات سدیم تولید می کنند این ماده از نظر شیمیایی ناپایدار و آتش زا می باشد. لذا باید توجه کنید که تمامی تجهیزات و یا لوازم حفاظت فردی کاملا شسته شوند تا هیچ آلودگی کلرات سدیمی روی آنها باقی نماند.

واکنش آب ژاول با مواد ناسازگار

آب ژاول یک عامل اکسند قوی است و فقط باید با آب مخلوط شود و از اختلاط آن با دیگر مواد باید اجتناب شود مگر اینکه از قبل کار مهندسی مناسبی انجام شده باشد و خطرات احتمالی در نظر گرفته شده باشد. لذا

^{۳۴} personal protective equipment

هیچ گونه ماده شیمیایی ناسازگاری نباید در محل ایستگاه گندزدایی آب ژاول نگهداری شود که از آن جمله این مواد ناسازگار می توان به اسیدها، مواد آلی (مانند نفت و گریس) و آمونیاک اشاره نمود. آب ژاول با اسیدها، هیدروکسید آمونیوم یا پاک کننده های حاوی ترکیبات آمونیاکی گازهای خطرناکی تولید می کند. محلولهای آب ژاول به شدت با ترکیبات آلی واکنش می دهند. لذا باید توجه داشت که آب ژاول با ترکیبات ناسازگار واکنش ندهد. در ادامه به طور خلاصه به این مواد و خطرات احتمالی اشاره شده است:

۱- واکنش با اسیدها:

محلولهای آب ژاول نباید با اسیدها یا ترکیبات اسیدی مخلوط شود. اسیدپایته بالا یون هیپوکلریت را به گاز کلر تبدیل میکند که از محلول خارج می شود.

۲- واکنش با ترکیبات آمونیاکی

محلولهای آب ژاول هرگز نباید با محلولها یا جامدات آمونیاکی ترکیب شوند زیرا گازهای خطرناک و سمی می تواند تشکیل شود.

۳- واکنش با مواد آلی

محلولهای آب ژاول به شدت با ترکیبات آلی مانند گریس، روغن، سوختها و غیره واکنش می دهند لذا باید از تماس آب ژاول با این نوع ترکیبات جلوگیری شود.

۴- دیگر ترکیبات کلردار

هنگام ذخیره سازی یا استفاده از آب ژاول باید توجه داشت که فرمهای غلیظ ترکیبات کلردار ممکن است به شدت با آب ژاول واکنش دهند.

به طور خلاصه می توان گفت هنگام کار کردن با آب ژاول موارد زیر باید رعایت شود:

- تهویه اتاق باید مناسب باشد و یا از ماسک حفاظت تنفسی مناسب استفاده نمایید.
- از استنشاق بخارات آب ژاول باید جلوگیری شود.

- باید مانع از تماس آب ژاول با چشم، پوست و لباس شد.
- با توجه به موقعیت از لوازم حفاظت فردی مناسب استفاده شود (به دستور عمل تجهیزات حفاظت فردی آب ژاول مراجعه نمایید).
- از تماس آب ژاول با مواد آلی، اسیدها و دیگر مواد ناسازگار جلوگیری شود.

حمل و نقل آب ژاول

آب ژاول به دو صورت می تواند عرضه شود: الف- از طریق بشکه های حمل آب ژاول ب- از طریق مخزن کامیون، که در ایران از طریق مخازن کامیونها حمل و نقل می شود و به صورت بسته بندی در بشکه چندان به صرفه نیست. در هر دو صورت آب ژاول باید استاندارد ملی ۸۳۹۴ را داشته باشد تا شرکتها مجاز به استفاده از آن باشند.

آموزش به رانندگان

کلیه پرسنل شرکت که درگیر تخلیه و بارگیری مواد خطرناک هستند باید دوره های آموزشی عملی لازم را دیده باشند. این کارکنان باید در ۹۰ روز اول استخدام خود این دوره ها را گذرانده باشند و هر ۳ سال یک بار مورد بازآموزی قرار گیرند. در این دوره های آموزشی باید با قوانین DOT، OSHA و EPA آشنایی کامل پیدا کنند.

۱- بشکه های حمل آب ژاول

محللول آب ژاول می تواند در کارخانه در ظروف ۲۰۰ لیتری یا کمتر پر شده و به شرکتها ارسال گردد اما باید توجه داشت این ظروف بیشتر از ۴۵۰ لیتر نباید باشند. جنس این ظروف بسیار مهم است که با آب ژاول سازگار باشد لذا اکثرا این ظروف از پلی اتیلن یا دیگر مواد پلاستیک سازگار با آب ژاول ساخته شده اند. در اکثر موارد تخلیه این ظروف به طور گرانشی است. در مواردی که از پمپ برای تخلیه ظروف استفاده می شود باید ظروف برای اینکار طراحی مناسبی داشته باشند.

برای اینکه آزادسازی گازها یا مایعات خطری را ایجاد نکنند باید ونت در این ظروف تعبیه شود تا فشار داخلی کاهش یابد.

ظروفی که برای حمل آب ژاول استفاده می شوند باید استانداردهای UN را رعایت نمایند. بر اساس قوانین اداره حمل و نقل آمریکا^{۳۰} (DOT) دو گروه بسته بندی مختلف می تواند برای آب ژاول استفاده شود (II و III). برای تعیین گروه بسته بندی (که در آن قلیابیت آب ژاول نقش دارد) باید آزمونهای خوردگی فلزی و تحریک پوستی را انجام داد.



شکل ۶- نمونه ای از ظروف حمل آب ژاول

EPA و DOT استفاده مجدد از ظروف حمل آب ژاول را بلامانع دانسته اند. مطابق الزامات DOT تمامی ظروف حمل باید برچسب دائمی داشته باشند و قبل از هر بار استفاده باید آزمونهای لازم روی آنها انجام شود که به هیچ عنوان نشت ندارند. ظروف حمل باید مطابق الزامات DOT برچسب گذاری شوند و بسته به گروه بسته بندیشان ظروف حمل آب ژاول با حجم ۴ لیتر و کمتر برچسبهای متفاوتی خواهند داشت. همچنین باید برچسب ماده خطرناک روی ظروف درج شده باشد. جهت اطلاعات بیشتر در خصوص مشخصات برچسبهای ظروف حمل آب ژاول به استانداردهای UN مراجعه فرمایید.

توزین ظروف حمل آب ژاول

ترازوهایی که برای توزین به کار می روند باید در برابر خوردگی مقاوم باشند و به طور دوره ای کالیبره شوند.

^{۳۰} Department of Transportation

الزامات ذخیره سازی

هنگام ذخیره سازی محلولهای آب ژاول جهت جلوگیری از تجزیه سریع، عواملی همچون تابش مستقیم نور خورشید، دمای تولید و ذخیره سازی و وجود ترکیبات خاصی که تجزیه آب ژاول را تسریع می نمایند باید در نظر گرفت. از دیگر اقداماتی که باید در حین ذخیره سازی رعایت شود ایجاد سازه هایی برای مهار نشی و جداسازی آب ژاول از مواد ناسازگار است.

حمل و نقل بشکه های حاوی آب ژاول

راننده کامیون حمل آب ژاول باید با خواص آب ژاول، مخاطرات حمل مواد شیمیایی خطرناک، بارگیری صحیح، روشهای حمل و نقل و تخلیه صحیح و تمام احتیاطها و پیش بینی های لازم ایمنی آگاهی کامل داشته باشد تا در موقع بحران بتواند اقدامات مناسب را انجام دهد. هنگام حمل و نقل بشکه های حاوی آب ژاول موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

- این افراد باید طریقه پوشیدن صحیح تجهیزات ایمنی را تمرین کرده و با مراقبت و نگهداری صحیح این تجهیزات آشنایی کافی داشته باشند.
- برای محدود کردن نشتهای احتمالی باید تجهیزات کنترل نشت مناسبی در دسترس باشد. پرسنل باید آموزشهای لازم در خصوص مهار نشت در هر ابعادی را داشته باشند.
- برای بارگیری یا تخلیه، کامیون باید در محلی مسطح و هموار، آسفالت شده و در محدوده ای که برای این کار طراحی شده است پارک شود. برای اینکه در حین تخلیه یا بارگیری، کامیون حرکتی نکند باید از ترمزها و قفل شدن چرخهای کامیون اطمینان حاصل شود.
- تمامی تجهیزات تخلیه و بارگیری را بازرسی نمایید. اگر ابهامی در خصوص وضعیت هر تجهیز دارید تخلیه یا بارگیری را انجام ندهید.
- بشکه های حمل آب ژاول باید طوری در داخل کامیون جاسازی شود که در حین حمل و نقل حرکت نکند. بشکه های آسیب دیده یا دارای نشت نباید حمل و نقل شوند.

- از قرار دادن مواد ناسازگار آب ژاول در کنار آن خودداری شده و مواد خطرناک با یک کامیون جابجا نشوند.

الزامات بهره‌برداری بشکه های حاوی آب ژاول

- وقتی درب این بشکه ها باز میشود باید مطمئن شد که فشار اضافی در این ظروف وجود ندارد که سبب پاشیدن آن به چشم یا پوست گردد.
- در هنگامی که از این بشکه ها استفاده نمی شود باید دریشان بسته بماند.

۲- حمل آب ژاول در حجمهای بالاتر از طریق تانکرها

تانکرهای حمل آب ژاول

محلولهای آب ژاول در حجمهای بالا معمولاً از طریق تانکرها با ظرفیتهای مختلف حمل و نقل می شود. حداکثر حجمی که می تواند از طریق این تانکرها حمل و نقل شود ۲۰۰۰۰ لیتر است.

جنس مخزن تانکرها

تانکرهایی که برای حمل آب ژاول استفاده می شوند می توانند FRP یا فولاد روکش دار باشند زیرا آب ژاول با ترکیبات فولادی یا فولاد ضد زنگ سازگار نیست. روکش مورد استفاده می تواند کلروبتیل و فلئوروپلیمرهایی که در قبل به آن اشاره شده باشند. در هنگام انتخاب جنس مخزن این تانکرها عوامل زیادی تاثیر خواهند داشت که از آن جمله می توان به حجمی که منتقل می شود، قدرت محلول، آب و هوا و طول عمری که برای مخزن تانکر مورد انتظار است؛ اشاره نمود اما تانکرهای FRP اگر با شیوه صحیحی ساخته شوند بهترین نوع تانکر بوده و عمر بیشتری دارند.

الزامات مخزن تانکر

تانکرهایی که برای حمل آب ژاول استفاده می شوند باید استاندارد ساخته شوند و مخصوص حمل و نقل مواد خطرناک ساخته شده باشند و به طور دوره ای تست شوند و تجهیزات جانبی مانند دیسکهای پاره شونده^{۳۶}، ونت و غیره داشته باشند. علائم مربوط به حمل مواد خطرناک و اینکه این ماده خورنده است باید روی تانکرها

^{۳۶} rupture disks

نصب شده باشد. تانکرهایی که برای حمل آب ژاول می باشند نباید جهت حمل ماده دیگری استفاده شوند تا مانع از ورود آلودگی به آب ژاول شویم. همچنین باید در دوره های زمانی مناسب مخازن تانکرهای حمل آب ژاول کاملاً شستشو و پاکسازی گردد. لذا شرکت آب و فاضلاب می تواند زمانی که تانکر آب ژاول را تخلیه نمود داخل آن را بازرسی نماید تا از تمیزی آن اطمینان حاصل کند و در صورت تمیز نبودن آن را گزارش دهد. همچنین پوشش داخلی این تانکرها نیز باید بازرسی شود که در طول مدت بهره برداری آسیب ندیده باشند. اگر پوشش داخلی تانکر دچار آسیب شود ممکن است کیفیت آب ژاول تغییر کند اول اینکه اگر تانکر فولاد روکش دار باشد در اثر آسیب پوشش داخلی میزان آهن آب ژاول افزایش می یابد دوم اینکه ممکن است جامدات معلق افزایش یابد سوم اینکه اگر پوشش داخلی تانکر پلاستیکی باشد آب ژاول تیره خواهد شد.

تخلیه تانکر

کلیات: وقتی پرسنل می خواهند عملیات تخلیه تانکر را انجام دهند باید تمام الزامات ایمنی را رعایت نمایند. تجهیزات حفاظت فردی مطابق دستور عمل ارسالی برای تخلیه آب ژاول شامل کلاه سخت، حفاظ کامل صورت، لباس محافظ در برابر مواد شیمیایی، دستکش و چکمه می باشد. همچنین در محل تخلیه آب ژاول باید دوش و چشم شوی اضطراری موجود باشد که در صورت بروز حادثه در اسرع وقت بتوان از آن استفاده کرد. عملیات تخلیه تانکر باید توسط پرسنل آموزش دیده و مجرب و قابل اطمینان انجام شود.

برای عملیات تخلیه تانکر باید چک لیستی تنظیم شود که در آن به شیوه های ایمن و صحیح تخلیه اشاره شده باشد.

الف- چک لیست بازرسی قبل از شروع عملیات تخلیه تانکر

هدف از بازرسی قبل از شروع عملیات تخلیه تانکر این است که قبل از اینکه تخلیه شروع شود مشکلات شناسایی گردد. چک لیست بازرسی قبل از شروع تخلیه شامل موارد زیر است:

- برگه مجوز حمل مواد خطرناک، گواهینامه، کارت شناسایی و دیگر مستندات و مدارک حمل و نقل از راننده اخذ و بررسی گردد. قبل از ورود تانکر به تاسیسات قبض رسید امضا و مهر شده محموله از راننده اخذ شود.

- برگه آنالیز محموله انجام شده توسط کارخانه را دریافت و بررسی نمایید.
- با بررسی دقیق قبض، شماره پلاک تانکر، مارک کالا و نمونه برداری اطمینان حاصل شود که تانکر با آب ژاول پر شده است.
- قبل از اینکه عملیات تخلیه آغاز شود وجود کلیه لوازم جانبی ایمنی، ترمزهای وسیله نقلیه، برچسب علایم روی تانکر و ... بازرسی شود.
- اطمینان از اینکه تانکر هیچ نشستی ندارد.
- تمامی اتصالات، شلنگها، خطوط، شیر آلات، پمپها و ... که در عملیات تخلیه درگیر خواهند بود بررسی گردند. شلنگهایی که برای انتقال آب ژاول استفاده می شود باید از مواد مناسبی ساخته شده باشد. همچنین قبل از هر عملیات شلنگها باید از نظر نشت، فرسودگی، خوردگی، کشیدگی شلنگ بررسی شوند.
- از وجود و عملکرد صحیح دوش و چشم شوی اضطراری در نزدیکی محل تخلیه آب ژاول اطمینان حاصل شود.

ب- در حین عملیات تخلیه

در صورتی که هیچ مشکلی در مرحله قبل شناسایی نشد می توان عملیات تخلیه تانکر را آغاز کرد. در تخلیه تانکر میتوان از نیروی گرانش یا پمپ استفاده کرد.

نظارت بر عملیات تخلیه

کل عملیات تخلیه باید تحت نظارت افراد دارای صلاحیت، مجرب و کارآزموده باشد. فرد ناظر باید مواظب و هوشیار باشد و در فاصله ۸ متری از تانکر قرار گیرد. فرد ناظر باید با خطرات محلول آب ژاول آشنا بوده و همچنین اطلاعات کافی در خصوص مقابله با شرایط اضطراری داشته باشد.

تخلیه تانکر توسط پمپ

میتوان با پمپاژ عملیات انتقال آب ژاول از تانکر را انجام داد. هنگام تخلیه باید موارد زیر رعایت گردد:

- پوشش (کاور) دریچه ها را باز نگه دارید و دایما باید فشار مثبت حفظ شود تا از کشیدن خلا به تانکر جلوگیری شود.
- قبل از اینکه شیر را باز نمایید مطمئن شوید لوله به درستی به انتهای تانکر متصل شده است.
- در حین فرآیند انتقال مطمئن شوید هیچ نشتی اتفاق نمی افتد.
- بعد از عملیات انتقال، پمپها و خطوط را تمیز و پاکسازی نمایید.

ج- چک لیست بازرسی بعد از تخلیه

بعد از تخلیه آب ژاول موارد زیر باید بررسی گردد:

- تمامی اتصالات به طور صحیحی جدا شود.
- اگر در حین فرآیند تخلیه، آب ژاول روی زمین ریخته باشد باید محیط را پاکسازی و شستشو کرد.
- حجم محموله دریافتی را بررسی نمایید که مطابق درخواست بوده باشد.

کارکنان

۱- آموزش

تمامی کارمندانی که با مواد خطرناکی مانند آب ژاول سروکار دارند باید آموزشهای لازم را دیده باشند. شرکت باید برای کارکنان جدید (چه افراد جدید استخدام و چه افرادی که تغییر شغل داده اند) برنامه آموزشی مقدماتی داشته باشند که آنها با محیط کاری جدیدشان آشنا شوند. برنامه های آموزشی هدفمندی برای آشنایی این کارمندان با خطرات احتمالی محیط کار باید ترتیب داده شود تا کارمندان جدید الزامات شغلی، مسئولیتها، اقدامات ایمنی و اقداماتی را که باید در محیط کار خود پیگیری نمایند را درک نمایند. برای کارمندان پاره وقت و موقتی باید بسته به کارشان یک فرم خلاصه ای تهیه شود. مواردی از قبیل: هندبوک، سیاستهای شرکت، برنامه های اضطراری، آشنایی با قوانین و مقررات مختص آن پست، مسئولیتهای کارمندان، شرح وظایف کارمندان، روشهای صحیح انجام کار، آشنایی با اقدامات امنیتی جهت حفاظت کارکنان از مواجهه با مواد خطرناک باید در آموزش در نظر گرفته شود. دوره های بازآموزی برای کارمندان کنونی مورد نیاز است.

۲- تست پزشکی

برای اینکه اطمینان حاصل شود که کلیه کارکنان قادرند از تجهیزات حفاظت فردی به طور ایمنی استفاده نمایند لازم است تستهای پزشکی مورد نیاز انجام شود. لذا قبل از اینکه کارمند در این شرایط کاری قرار بگیرد باید تستهای پزشکی لازم را انجام دهد. این تستهای پزشکی بستگی به وظایف کارمندان دارد. از آن جمله می توان به تست عملکرد ریه ها اشاره نمود تا اطمینان داشته باشیم کارمند میتواند به طور ایمنی از تجهیزات حفاظت تنفسی استفاده نماید.

رعایت استانداردهای لازم بهره برداری

کلیه شرکتهایی که با مواد خطرناک سر و کار دارند باید برنامه ای داشته باشند که تمامی روشهای بهره برداری استاندارد را به زبانی ساده و قابل فهم و به صورت قدم به قدم نوشته باشد. این برنامه باید موضوعاتی مانند جزئیات کارهایی که باید انجام شود، روشهایی برای اطمینان از اینکه جنس موادی که در فرآیند به کار رفته مناسب است، اطلاعاتی در خصوص تجهیزات، نوع و تناوب نمونه هایی که باید گرفته شود و پارامترهایی که باید از تجهیزات ابزار دقیق قرائت شود را پوشش دهد. اطلاعات دیگری مانند احتیاطهای ایمنی، پارامترهای حیاتی، محدودیتهای بهره برداری ایمن، عوامل انسانی (یعنی مسایل مربوط به برقراری ارتباط، تداخل تجهیزات/ اپراتور) و وسایل اندازه گیری مناسب را نیز باید در برگیرد. یک برنامه تعمیر و نگهداری نیز باید تهیه شود تا از ایجاد نقص در سیستم جلوگیری شود. اهداف این برنامه آموزش کارمندان جدید، به روز رسانی اطلاعات کارمندان کنونی و حذف بسیاری از مشکلات قبل از اینکه اتفاق بیفتد؛ می باشد.

امنیت

کلیه شرکتهایی که از آب ژاول برای گندزدایی استفاده می نمایند باید یک برنامه امنیتی مناسب تهیه و تدوین نمایند که در آن شکافهای امنیتی، پیامدها و راههای کاهش مخاطرات ذکر شده باشد؛ لذا تمامی روشهای رخنه در تاسیسات، پیامدهای خرابکاری و روشهای کاهش ریسک باید شناسایی شوند. بررسی این موارد در طراحی سامانه های آب ژاول تاثیر بسزایی دارد؛ لذا در طراحی سایت موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

- موقعیت فیزیکی سامانه گندزدایی نسبت به دیگر تاسیسات و نسبت به مناطق مسکونی اطراف

- فضای باز و روشن با قابلیت دید مناسب
- روشنایی مناسب
- حفاظت و حراست مناسب از سایت توسط پرسنل امنیتی (نگهبانی و حراست) و در صورت امکان دوربین مدار بسته
- حصار کشی مناسب و کنترل ورود و خروج
- سیستم کنترل دسترسی

برای کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه به دستور عمل حفاظت و حراست از سامانه های گنزدایی مراجعه فرمایید.

مقابله با شرایط اضطراری و دفع و خنثی سازی محلولهای آب ژاول نشت یافته

اطلاع رسانی نشت آب ژاول و الزامات گزارش دهی

وقتی یک حادثه نشت اتفاق می افتد بسته به شدت حادثه باید به سازمانهای مختلفی از جمله آتش نشانی ، اورژانس و .. اطلاع داد. لذا تنظیم یک برنامه مقابله با شرایط اضطرار (مطابق دستور عمل روش تدوین برنامه مقابله با شرایط اضطراری) ضروریست. در آب ژاول اگر نشت از ۴۵ کیلوگرم به بالا باشد باید گزارش شود.

نشت

در هر حادثه نشت آب ژاول با هر مقداری فوراً باید اقداماتی در راستای کاهش آسیب به پرسنل، جامعه ساکن اطراف تاسیسات و محیط زیست انجام داد. برای کنترل نشت باید از قبل برنامه ای تهیه و تدوین گردد. این برنامه باید اقداماتی نظیر تخلیه سکنه، اقداماتی در راستای کاهش شدت حادثه، بازیافت مواد، خنثی سازی، کلرزدایی، جذب، رقیق سازی و اطلاع رسانی باشد. جهت به اجرا در آوردن این برنامه در حین حادثه باید از قبل هماهنگیهای لازم با آتش نشانی و سازمان حفاظت محیط زیست انجام شده باشد.

زمانی که نشت اتفاق می افتد و یا در شرف وقوع است باید فوراً برنامه کنترل نشت فعال شده و به اجرا در آید. مواردی که باید در برنامه کنترل نشت مد نظر قرار داد شامل:

- تمامی پرسنل غیر مرتبط را از محل تخلیه نمایید. اولین مسئولیت پرسنلی که در محل حادثه حضور دارند این است که ایمنی خود را رعایت نمایند. آنها نباید اقدامی انجام دهند که خود یا دیگران را به مخاطره بیندازند. مسئولیت بعدی آنها این است که جان دیگر پرسنل و افراد ساکن در اطراف تاسیسات را از خطر حفظ نمایند. لذا مانع از ورود افراد غیر مرتبط به محل نشت شد و با توجه به شدت حادثه باید محدوده را خالی از سکنه نمود.
- اگر میزان نشت بیشتر از ۴۵ کیلوگرم بود باید به مراجع بالاتر و سازمانهای ذیربط (آتش نشانی، اورژانس و ...) اطلاع رسانی و گزارش شود.
- امدادگران باید در اسرع وقت خود را مجهز نموده و محل و علت نشت را تعیین نموده و اقداماتی در راستای توقف نشت انجام دهند.
- امدادگران کارآزموده باید مواد نشت شده را محدود نموده و آن را به کوچکترین محل ممکن هدایت نمایند. اگر سازه نشت وجود ندارد برای محدود کردن نشت باید از آب بند، خاکریز یا مانع استفاده نمود. اجازه ندهید آب ژاول به روانابها یا زمین آسفالت نشده راه یابد. باید دقت داشته باشید که آب ژاول نشت شده با مواد اسیدی مخلوط نشود زیرا منجر به آزادسازی گاز کلر خواهد شد.
- برای پاکسازی سایت از آب ژاول میتوان از جاذبها استفاده کرد. اگر جاذبهایی که استفاده می شوند با نشت خیس می شوند نباید از پوشال یا دیگر مواد قابل اشتعال استفاده کرد. قبل از اینکه از یک جاذب استفاده نمایید اطمینان حاصل کنید که آن جاذب می تواند به طور ایمنی جهت جذب آب ژاول به کار رود. توجه داشته باشید که استفاده از جاذبها باعث می شود که شما یک ماده جامد زائد خواهید داشت که دفع آن شاید مشکل تر باشد.
- اگر رقیق سازی آب ژاول تا جایی که دیگر برای پرسنل و محیط زیست خطرناک نباشد امکان پذیر بود می توان آب ژاول نشت شده را رقیق سازی نمود. در نشتهایی در حجم بالا ممکن است به مقدار زیادی آب نیاز باشد.

فاضلاب

وقتی نشت آب ژاول اتفاق می افتد و آب ژاول آزاد می شود فاضلاب خطرناکی ایجاد می شود کارکنانی که مسئول پاکسازی سایت هستند باید آموزشهای لازم را دیده باشند.

بازیافت مواد نشت شده

بازیافت مواد نشت یافته ی مهار شده در الویت می باشد اما به احتمال زیاد این مواد به طریقی آلوده شده اند.

دفع و خنثی سازی محلولهای آب ژاول نشت یافته

دفع مقادیر زیادی آب ژاول نیازمند این است که قبل از تخلیه آن به فاضلاب یا هر آبی باید کلر فعال آن را احیا کرده و سپس pH آن را تنظیم نمود. مجوز انجام این کار باید از مدیر تصفیه خانه یا مدیران بالادست اخذ گردد. علت تنظیم pH و خنثی سازی محلول آب ژاول این است که آب ژاول می تواند برخی عملیات تصفیه خانه فاضلاب را مختل نماید و موجب اختلال در فرآیندهای بیولوژیکی یا شیمیایی تصفیه خانه فاضلاب گردد. به علاوه ممکن است آب ژاول ممکن است در تماس با شرایط اسیدی قرار گرفته و گار کلر آزاد نماید.

بعد از خنثی سازی نشت، pH ماده باقیمانده را باید تنظیم نمود، باید رقیق سازی انجام شده و یا با آب شسته شود و به صورت مایع یا جامد دفع گردد.

هشدار: جهت پایین آوردن pH محلول آب ژاول باید ابتدا یون هیپوکلریت به یون کلرید کاهش یابد در غیر این صورت احتمال آزادسازی گاز کلر وجود دارد.

تمامی واکنشهای خنثی سازی نسبتاً سریع می باشند. برای اینکه از حذف کلر فعال اطمینان حاصل شود می توان پراکسید هیدروژن ۳ درصد را به آب ژاول اضافه نمود اگر نمونه حباب زد یعنی هنوز آب ژاول کلر فعال دارد. نمک های سولفات یا کلرید می توانند به صورت محصول جانبی تجمع پیدا کنند و منجر به مشکلات خوردگی شوند. چون نقطه پایانی خنثی شدن را نمیتوان با روشهای دستگاهی ساده اندازه گیری نمود لذا ممکن است تغییر pH قابل توجهی داشته و کنترل واکنش پیچیده گردد.

توجه: توجه داشته باشید که این واکنشها ممکن است گرما تولید کنند.

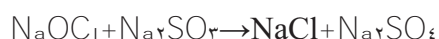
مهم: در صورتی که فردی در معرض آب ژاول قرار گرفت هیچ نوع ماده خنثی کننده ای هرگز نباید روی پوست یا چشم وی استفاده شود مگر اینکه پرسنل پزشکی دارای صلاحیت چنین تشخیصی داده و این کار را انجام دهند.

واکنشهای خنثی سازی/کاهش مواد شیمیایی

واکنشهای خنثی سازی می توانند با استفاده از تیتراسیون کلر فعال یا اندازه گیری پتانسیل اکسیداسیون احیا (ORP) کنترل شوند. برای اینکه بتوان از عهده کنترل واکنشهای خنثی سازی برآمد باید تجهیزات و سیستم های فرآیندی و روشهای بهره برداری مناسبی داشت همچنین باید همیشه اطلاعاتی که در برگه اطلاعات ایمنی مواد برای واکنشهای خنثی سازی هست را مطالعه و دنبال نمود که از آن جمله می توان به تجهیزات حفاظت فردی مناسب اشاره نمود. ممکن است واکنشهای خنثی سازی خودشان باعث ایجاد خطر شود لذا فقط امدادگران کارآموزده و مجهز باید این عملیات را انجام دهند.

سولفیت سدیم

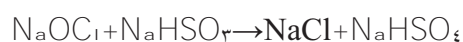
سولفیت سدیم می تواند برای احیای کلر فعال آب ژاول استفاده شود. واکنش شیمیایی آن به صورت زیر است:



نشتهای کوچک آب ژاول با استفاده از سولفیت سدیم خنثی می شوند. این روش برای خنثی سازی نشت در جاده ها، پارکینگها به کار می رود. برای اجرای این روش باید هماهنگیهای لازم با سازمان حفاظت محیط زیست انجام شود.

بی سولفیت سدیم

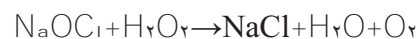
بی سولفیت سدیم می تواند برای احیای کلر فعال آب ژاول استفاده شود. واکنش شیمیایی آن به صورت زیر است:



بی سولفیت سدیم برای خنثی سازی کلر فعال آب ژاول استفاده می شود. این واکنش از واکنش با دیگر مواد شیمیایی خنثی کننده شدیدتر است. لذا تجهیزات حفاظت فردی مناسب و کنترل‌های مهندسی باید به کار رود. برای اجرای این روش باید هماهنگیهای لازم با سازمان حفاظت محیط زیست و دیگر سازمانهای مرتبط انجام شود.

پراکسید هیدروژن

یکی از مواد شیمیایی مناسب برای احیای کلر فعال آب ژاول، پراکسید هیدروژن با غلظت کمتر از ۳۵ درصد است. واکنش شیمیایی آن به صورت زیر است:



آب ژاول به طور خودبخود با پراکسید هیدروژن واکنش داده و pH محلول نمکی بدست آمده قبل از تخلیه تنظیم می شود. مزیت خنثی سازی با آب ژاول این است که محصول نهایی این واکنش آب و نمک است. این واکنش می تواند در یک سیستم ناپیوسته^{۳۷} در مخزن انجام شود که ابتدا خنثی سازی انجام شده و سپس pH تنظیم گردد. در سیستم پیوسته محلول آب ژاول ابتدا در راکتور خنثی شده و سپس در راکتور دوم در پایین دست pH تنظیم می گردد. پراکسید هیدروژن در مخزن اول اضافه می شود و اسید به مخزن دوم اضافه می شود در حین این عملیات باید تجهیزات مناسب برای کنترل pH و ORP وجود داشته باشد.

تیوسولفات سدیم

تیوسولفات سدیم می تواند برای احیای کلر فعال آب ژاول استفاده شود. واکنش شیمیایی آن به صورت زیر است:



^{۳۷} batch

تیوسولفات سدیم می تواند برای ختنی سازی کلر فعال آب ژاول استفاده شود. در این واکنش علاوه بر تیوسولفات باید سود اضافه شود. این واکنش نسبت به دیگر واکنشهای ختنی سازی گرمای کمتری تولید می کند اما مقادیر زیادی مواد جامد تولید خواهد کرد. در این واکنش باید تجهیزات حفاظت فردی مناسب و کنترلهای مهندسی به کار رود. برای اجرای این روش باید هماهنگیهای لازم با سازمان حفاظت محیط زیست و دیگر سازمانهای مرتبط انجام شود.

سولفور دی اکسید

هشدار: سولفور دی اکسید یک گاز خورنده است و باید برنامه ایمنی برای آن تدوین شود. استفاده از سولفور دی اکسید جهت ختنی سازی آب ژاول می تواند منجر به آزادسازی گاز کلر گردد و اگر pH خیلی پایین بیاید ممکن است گاز SO₂ تولید شود. لذا برای اطمینان از اینکه گاز SO₂ تولید نخواهد شد باید تا زمانی که کل یونهای هیپوکلریت از بین نرفته اند همچنان pH کنترل شود.

سولفور دی اکسید می تواند برای احیای کلر فعال آب ژاول استفاده شود. واکنش شیمیایی آن به صورت زیر است:

