INSO
10623
1st.Revision
2017

Identical with
ISO 7745: 2010

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۰۶۲۳
تجدیدنظر اول
۱۳۹۵

توان سیال هیدرولیک - سیالات مقاوم در برابر آتش (FR) - الزامات و راهنمای استفاده

Hydraulic fluid power — Fire-resistant (FR) fluids — Requirements and guidelines for use

ICS: 75.120

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج ، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸- ۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: http://www.isiri .gov.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه۱۳۷۱تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران رابه عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد(ISO)[1]،کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی(OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی(CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2- International Electrotechnical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4-Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی استاندارد

«توان سیال هیدرولیک- سیالات مقاوم در برابر آتش (FR)- الزامات و راهنمای استفاده»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
قلی‌پور زنجانی، نوشین (دکتری مهندسی شیمی)	سازمان ملی استاندارد- پژوهشگاه استاندارد
دبیر:	
داداشیان حسین (لیسانس مهندسی شیمی، صنایع پتروشیمی)	اداره کل استاندارد آذربایجان‌شرقی
اعضا:(اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
آراسته امید، سارا (کارشناسی ارشد شیمی)	پارک علمی و فناوری استان آذربایجان‌شرقی
ایزدیار، امیر (کارشناسی ارشد شیمی)	شرکت اوجان شیمی تبریز
بیگلری، حسن (کارشناسی ارشد شیمی)	سازمان ملی استاندارد- پژوهشگاه استاندارد
پیرا، رویا (کارشناسی ارشد شیمی)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان‌شرقی
طالعی، علیرضا (کارشناسی شیمی)	سازمان صنعت، معدن و تجارت استان آذربایجان-شرقی
قاری قران، مسعود (کارشناسی ارشد شیمی)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان‌شرقی
گوگانیان، امیر (دکتری شیمی آلی)	دانشگاه علمی و کاربردی تبریز
مالکی، نقی (کارشناسی مکانیک)	شرکت ارس خودرو دیزل (آمیکو)
مسعودفر، سارا (کارشناسی شیمی)	شرکت آسیا ژوله

اعضا:(اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

ملک‌زاده، تورج
(کارشناسی مهندسی شیمی)

شرکت قطران شهاب

ویراستار:

اخیاری، شهاب
(دکتری شیمی پلیمر)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان‌شرقی

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار ح
مقدمه ط
۱ هدف و دامنهٔ کاربرد ۱
۲ اصطلاحات و تعاریف ۱
۳ سیستم‌های هیدرولیکی- مخاطرات آتش ۱
۳-۱ کلیات ۱
۳-۲ شرایط نقص ۲
۳-۳ منابع افروزش ۲
۴ سیستم‌های هیدرولیکی- نکات احتیاطی عمومی ۳
۴-۱ مونتاژ کردن ۳
۴-۲ لوله‌کشی و شیلنگ‌ها ۳
۴-۳ نشت‌بندها و واشرها ۳
۴-۴ دماهای بالای سیال ۳
۵ الزامات سیالات مقاوم در برابر آتش ۴
۵-۱ الزامات عمومی سیال ۴
۵-۲ سایر ویژگی‌های سیال که ممکن است بر روی طراحی سیستم تاثیر داشته باشند ۵
۶ مشخصه‌های سیالات هیدرولیکی مقاوم در برابر آتش و عوامل موثر در انتخاب آنها ۶
۶-۱ کلیات ۶
۶-۲ مشخصه‌های سیالات در رده‌های مختلف ۷
۷ نصب و راه‌اندازی مدارهای هیدرولیکی ۲۴
۷-۱ مخزن ۲۴
۷-۲ لوله‌کشی و شیلنگ‌ها ۲۵
۷-۳ مکش پمپ ۲۵
۷-۴ پالاینده‌ها و صافی‌ها ۲۵
۷-۵ عملکرد تجهیزات ۲۶
۸ تغییر سیال در یک سیستم هیدرولیک ۲۶
۸-۱ کلیات ۲۶
۸-۲ شستشو و تخلیه مدار ۲۷
۸-۳ فلاشینگ و تخلیه مدار ۲۸

عنوان **صفحه**

۸-۴ پر کردن و راه‌اندازی مجدد مدار ۲۹
۸-۵ سیالات مناسب برای فلاشینگ ۳۰
۹ بکارگیری ۳۲
۹-۱ برگه‌های اطلاعات ایمنی ۳۲
۹-۲ شیوه‌های بکارگیری ۳۲
۹-۳ انبارکردن ۳۳
کتاب‌نامه ۳۵

پیش‌گفتار

استاندارد «توان سیال هیدرولیک- سیالات مقاوم در برابر آتش (FR)- الزامات و راهنمای استفاده» که نخستین بار در سال ۱۳۸۶ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در نود و دومین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد فراورده‌های نفتی مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۱ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۰۶۲۳: سال۱۳۸۶ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 7745: 2010, Hydraulic fluid power — Fire-resistant (FR) fluids — Requirements and guidelines for use

مقدمه

در سیستم‌های توان هیدرولیکی سیال، انتقال و کنترل نیرو توسط یک مایع در یک مدار بسته و تحت فشار صورت می‌گیرد. رایج‌ترین مایع مورد استفاده در سیستم‌های توان هیدرولیکی، روغن معدنی است که روان‌کنندگی عالی، کاربردی بودن در گسترهٔ وسیعی از گرانروی و قیمت معقول از مزایای آن می‌باشد.

اگر چه افروزش روغن معدنی به صورت انباشته به آسانی صورت نمی‌گیرد، با این حال قابل اشتعال بوده و فشارهای بالا در سیستم‌های هیدرولیک می‌تواند منجر به انتشار سیال و افروزش سهل و آسان آن شود. در شرایطی که احتمال افروزش بالا است، به عنوان مثال درکارخانه فولاد یا معدن زغال سنگ که در آنجا عدم اشتعال سیال منتشر شده تصریح شده است، باید از سیال جایگزین مقاوم به آتش استفاده شود. انواع متعدد سیالات در دسترس، از لحاظ مقاومت در برابر آتش و ویژگی‌های فیزیکی مانند گرانروی و روان‌کنندگی تفاوت گسترده‌ای دارند. بنابراین در ضمن کاربرد انتخاب یک سیال مقاوم در برابر آتش به گونه‌ای که با کاربرد در نظر گرفته شده برای آن و نیز خطرات پیش بینی شده مطابقت داشته باشد، حائز اهمیت است.

توان سیال هیدرولیک- سیالات مقاوم در برابر آتش(FR)- الزامات و راهنمای استفاده

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین مشخصه‌های عملیاتی رده‌های گوناگون سیالات مقاوم در برابر آتش است که در استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۱۲۹۸ تعریف شده‌اند. این استاندارد عواملی را که در انتخاب سیالی از این رده‌ها، جهت کاربری مورد نیاز، باید لحاظ شوند به طورکامل شرح می‌دهد.

این استاندارد، برای تشخیص مشکلاتی که ممکن است هنگام استفاده از این سیالات پیش آید و چگونگی به حداقل رساندن آنها کاربرد دارد.

این استاندارد، برای تعیین روش‌های مناسب جایگزین نمودن یک سیال با سیال دیگری از سایر رده‌ها و همچنین جنبه‌های سلامتی و ایمنی کار با سیالات مقاوم در برابر آتش و نیز دفع آنها کاربرد دارد.

این استاندارد، برای سیالات مقاوم در برابر آتش که در سیستم‌های هیدرولیک هوایی تجاری و نظامی مورد استفاده قرار می‌گیرند، کاربرد ندارد. در جاهایی که سیالات هیدرولیک هوایی در سیستم‌های پایگاه زمینی پر می‌شوند، استانداردهای هواپیمایی مناسب اعمال می‌شود.

۲ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به‌کار می‌رود:

۱-۲

سیال هیدرولیکی مقاوم در برابر آتش

fire-resistant hydraulic fluid

سیالی که به سختی دچار افروزش شده و تمایل کمی نسبت به انتشارشعله دارد.

[منبع: برگرفته از زیربند 3.2.271، استاندارد ISO 5598: 2008]

۳ سیستم‌های هیدرولیکی- مخاطرات آتش

۱-۳ کلیات

فشارهای سیال در سیستم‌های توان هیدرولیکی تا (۴۰۰ bar) ۴۰۰۰۰ kPa و بیشتر می‌باشد. بنابراین، هرگونه عدم یکپارچگی ساختار سیستم باعث انفجار شده یا حتی یک نشتی کوچک در بسیاری از شرایط، احتمال خطرآتش سوزی را بالا می برد.

۳-۲ شرایط نقص

خرابی در لوله‌کشی (به ویژه در اتصالات[1])، شیرآلات یا واشرها، ترکیدگی شیلنگ‌های انعطاف‌پذیر از اساسی‌ترین دلایل خروج سیال‌ها از یک سیستم می‌باشد. بالاترین دوره ریسک از این نوع اشکالات مربوط به زمان راه‌اندازی یا پس از تعمیرات است.

خطرات آتش‌سوزی که در زیر آمده است، با کاربرد سیال هیدرولیک در شرایط نقص ارتباط مستقیم دارند. در هر مورد، یک منبع افروزش که در زیربند ۳-۳ شرح داده شده است، برای آغاز اشتعال لازم است:

- افروزش سیال هیدرولیکی که از سیستم‌های هیدرولیکی تحت فشار، به شکل فواره، پاشش یا به صورت مه و غبار، خارج می‌شود؛
- افروزش بخارات قابل اشتعالی که توسط سیال هیدرولیکی تولید می‌شود؛
- افروزش سیال هیدرولیکی که حین حمل و نقل یا نشت از سیستم‌های هیدرولیک، بر روی مواد جاذبی مانند گرد و غبار یا مواد عایق‌بندی
- می‌ریزد و در نتیجه باعث گسترش آتش در امتداد آنها می‌گردد؛
- افروزش حوضچه و یا جریانی از سیال؛
- افروزش سیال هیدرولیک هنگامی که تغییرات فیزیکی و شیمیاییِ ایجاد شده در طول دورهٔ سرویس‌دهی، باعث کاهش خاصیت مقاومت در برابر آتشِ آن شده است.

مثال ۱: کاهش ویژگی مقاومت در برابر آتش یک سیال بر اثر تبخیر یا جدا شدن آب از سیال، که این ویژگی با تکیه بر حضور آب در سیال میسر می‌شود.

مثال ۲: افروزش سیال مقاوم در برابر آتش که به مواد با قابلیت اشتعال بیشتر، مانند روغن معدنی، آلوده شده است.

۳-۳ منابع افروزش

منابع افروزش شامل موارد زیر بوده ولی محدود به آنها نمی‌شود:

- تخلیه الکتریسیته ساکن؛
- جریان‌های الکتریکی سرگردان یا تخلیهٔ الکتریکی از تجهیزات معیوب که منجر به دماهای بالا در سطح یا ایجاد جرقه می‌گردند؛
- اصطکاک بین سطوحِ متحرک، چه در شرایط کاری عادی (مانند ترمز) و چه درصورت بروز نقص فنی که منجر به دماهای بالا در سطح می‌شود؛

1- Joints and fittings

– دماهای بالا در سطح که بر اثر حضور مواد داغ مذاب یا موادی که در دماهای بالا تولید می‌شوند، ایجاد می‌شود؛

– جرقه‌ها و یا شعله‌های آزاد ناشی از عملیات تولید نظیر برش، جوشکاری و آسیاب؛

– انرژی الکترومغناطیسی و صوتی مانند تشعشع ریزموج و فراصوت.

۴ سیستم‌های هیدرولیکی- نکات احتیاطی عمومی

۴-۱ مونتاژ کردن

مونتاژ کردن باید توسط کارکنان شایسته، با رعایت راهکارهای هیدرولیکی مناسب، انجام شده و نظارت شود. در حین راه‌اندازی یک سامانهٔ جدید پس از مونتاژ یا راه اندازی مجدد پس از تعمیر، بیشترین احتمالِ بروز خطر نشتی وجود دارد.

۴-۲ لوله‌کشی و شیلنگ‌ها

لوله‌کشی و شیلنگ‌ها باید طوری نصب و حفاظت شوند که تاثیر لرزش را به حداقل برسانند. در مورد قطعات مستقر، لوله‌ها و شیلنگ‌های واقع در مسیر باید ملاحظاتی به عمل آید تا احتمال آسیب فیزیکی، به خصوص ساییده شدن شیلنگ‌ها، به حداقل برسد. در جایی که ممکن است تا مسیر لوله‌کشی بهتر است از مسیر سایر خدمات به ویژه برق فشار قوی، جدا باشد.

۴-۳ نشت‌بندها[1] و واشرها

تنها باید از مواد سازگار با سیال استفاده شود. خرابی مواد ناسازگار می‌تواند موجب هدر رفت سریع سیال به شکل پاشش یا فواره شود که خطر آتش‌سوزی را به طور جدی افزایش می‌دهد.

۴-۴ دماهای بالای سیال

در یک سیستم هیدرولیکی که به خوبی طراحی شده است، دمای عملیاتی در ورودی پمپ نباید از $50^{\circ}C$ بیشتر باشد. دماهای عملیاتی بالاتر باید با در نظر گرفتن افزایش خطرات به دقت تحت کنترل بوده و ترجیحا موافقت‌نامه کتبی تامین‌کننده سیال لحاظ شود. کار کردن در دماهای بالا بهتر است با نظارت‌های مستمر بیشتر بر روی ویژگی‌ها و شرایط سیال همراه باشد.

به طور معمول دماهای عملیاتی بالا گرانروی سیال را کاهش می‌دهد. این امر سرعت نشت بالقوهٔ سیال را به طور عمده‌ای افزایش داده و سیستم را به سمت عملکرد پائین‌تر سوق می‌دهد. به علاوه در شرایط دمایی بالا

1- Seals

وقتی از سیالات مقاوم در برابر آتش با پایهٔ آبی استفاده می‌شود، تبخیر آب می‌تواند موجب کاهش مقاومت در برابر آتش شده و سایر ویژگی‌های سیال را تغییر دهد.

توصیه می‌شود تا افزاره‌های قطعِ حرارتی[1] در درون مخزن هیدرولیک تعبیه شود تا در صورت افزایش دمای سیال، عمل نمایند.

دماهای بالا همچنین به دلیل تغییرات شیمیایی شتاب تخریب سیال را افزایش می‌دهد. قرارگیری طولانی مدت در معرض دماهای بسیار بالا می‌تواند سرعت ناپایداری سیالات امولسیونی را افزایش داده و موجب جدا شدن امولسیون غنی از ماده کرم مانند[2] و روغن آزاد می شود که قابلیت اشتعال آن از تودهٔ سیال بیشتر می‌باشد. چنانچه تاسیسات نیاز به گرم کردن مخزن برای راه‌اندازی سرد[3] باشد، برای اجتناب از تخریب حرارتی سیال باید رتبه‌بندی حرارتی محدود شود.

۵ الزامات سیالات مقاوم در برابر آتش

۵-۱ الزامات عمومی سیال

۵-۱-۱ کلیات

جهت عملکرد رضایت‌بخش در یک سیستم هیدرولیکی، سیال مقاوم در برابر آتش باید دارای خواص و مشخصه‌های مطابق با الزامات آن سیستم باشد. بالعکس، اگر خطری که برای آتش سوزی لحاظ شده است گسترهٔ انواع سیالاتِ قابل استفاده را محدود سازد، قطعات سیستم هیدرولیکی باید برای داشتن یک عملکرد مناسب با سیال انتخاب شده طراحی شود.

۵-۱-۲ گرانروی

سیال باید در تمامی دماهای عملیاتی به اندازه کافی گرانروی داشته باشد تا از نشتی ناخواسته از فواصل بین قطعات در جاهایی که اختلاف فشار وجود دارد جلوگیری کند. در جایی که گرانروی سیال انتخاب شده بسیار پائین باشد، انتخاب اجزای سیستم باید به نحوی باشد که فقط برای استفاده با چنین سیالاتی طراحی شده باشد.

با این حال گرانرویِ سیالِ عامل در تمامی دماهای عملیاتی باید به حد کافی پائین باشد تا به آسانی در درون سیستم جاری شده و خود را با تغییرات سریع سرعت و فشار تطبیق دهد.

1-Thermal shut-down devices
2-Cream
3-Cold start up

۵-۱-۳ روانکاری

شرایط هیدرودینامیکی و مرزی سیال باید در گسترهٔ دمای عملیاتی دارای گرانروی و مقاومت فیلم کافی باشد تا بتواند به طور موثر قطعات در حال کار را روانکاری کند. در صورتی که گرانروی سیال انتخاب شده بسیار پائین باشد و اضافه کردن افزودنی‌ها ویژگی‌های روانکاری مناسب را حاصل نکند، پس انتخاب اجزاء سیستم باید در جهت فراهم کردن عملکرد رضایت‌بخش با این سیال باشد.

۵-۱-۴ قابلیت سازگاری

سیال باید با مواد سازندهٔ به کار رفته در سیستم سازگار بوده و خورنده نباشد. در صورت لزوم مشورت با سازندهٔ سیستم یا سازندهٔ قطعات جهت راهنمایی ضروری است.

۵-۱-۵ پایداری حرارتی و شیمیایی

پایداری هیدرولیتیکی[1]، حرارتی و اکسایشی سیال باید کافی باشد تا از کارکرد مطمئن و ایمن سیستم اطمینان حاصل شود. مدت زمان عملکرد سیال به دمای عملیاتی توده، اثربخشی نگهداری سیال و کنترل موفقیت‌آمیز آلودگی بستگی کامل دارد.

۵-۱-۶ رهاسازی هوا و کف

سیال باید هوای کشیده شده را به آسانی رها کرده و کف پایدار ایجاد نکند.

۵-۱-۷ پایداری برشی

سیال باید نسبت به برش پایدار باشد، به عنوان مثال گرانروی آن در اثر اعمال برش به سیستم نباید یک تغییر معنی‌دار دائمی را نشان دهد.

۵-۲ سایر ویژگی‌های سیال که ممکن است بر روی طراحی سیستم تاثیر داشته باشند

۵-۲-۱ کلیات

مشخصه‌های زیر باید در جریان طراحی سیستم و انتخاب سیال لحاظ شود.

۵-۲-۲ قابلیت صاف شدن

سیال باید نسبت به ریزترین درجه‌بندی صافی موجود در سیستم قابلیت صاف شدن داشته باشد. درجه‌بندی (ریز بودن) صافی‌های سیستم توسط چندین عامل تعیین می‌شود از جمله: نوع و حالت سیال، طراحی قطعات، طول عمر و قابلیت اطمینان قطعات مورد نیاز.

1- Hydrolytic stability

۵-۲-۳ چگالی

چگالی برخی از سیالات مقاوم در برابر آتش بیشتر از روغن معدنی می‌باشد که ممکن است منجر به افزایش افت فشار در قطعات مدار شده و محدودیت‌هایی را در طراحیِ خط مکش پمپ اعمال کند.

۵-۲-۴ فشار بخار

فشار بخار برخی از سیالات مقاوم در برابر آتش، به ویژه آنهایی که مقاومت‌شان به وجود آب بستگی دارد، بسیار بالاتر از روغن معدنی بوده و با دمای سیال تغییر می‌کند. طراحی سیستم به ویژه در اطراف بخش مکشِ پمپ باید خطر کاویتاسیون[1] را در ورودی پمپ به حداقل برساند. از صافی‌ها، به جز الک‌های بسیار زبر، در خطوط مکش باید اجتناب شود و مطلوب آن است که فشار مطلق در ورودی پمپ بیشتر از ۱۰۰ kPa باشد.

۶ مشخصه‌های سیالات هیدرولیکی مقاوم در برابر آتش و عوامل موثر در انتخاب آنها

۶-۱ کلیات

۶-۱-۱ ترکیب

سیالاتی که به عنوان بستر[2] هیدرولیکی مقاوم در برابر آتش به کار می‌روند، مقاومت خود را یا از حضور آب و/یا از ترکیب شیمیایی خود به دست می‌آورند.

آب به راحتی در دسترس بوده و اشتعال ناپذیر است. با این وجود، گرانروی بسیار پائین و ویژگی‌های روانکاری ضعیفی دارد. جدا از محدودیت دمایی آشکار، کاربرد آن مشکلات فرسایش، کاویتاسیون و خوردگی را نیز افزایش می‌دهد. با این حال، فناوری موجود اجازهٔ استفاده از آب خالص یا آبِ حاوی بازدارنده‌های خوردگی را به عنوان سیال هیدرولیک می‌دهد. در کاربردهای هیدرولیکی، هرگاه که مقاومت در برابر آتش یک الزام باشد، از سیالات فرموله شده‌ای استفاده کنید که مزایای عملکردی بهتری نسبت به آب خالص دارد.

۶-۱-۲ طبقه‌بندی سیالات مقاوم در برابر آتش

جدول ۱ برگرفته از جدول ۱ از استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۱۲۹۸ و جداول موجود در استاندارد ISO 12922: 1999 می‌باشد که طبقه‌بندی سیالات مقاوم در برابر آتشِ به کار رفته در سیستم‌های هیدرولیکی به همراه گستره‌های دمای عملیاتی آنها را ارائه می‌دهد. چهار ردهٔ اصلی وجود دارد که عبارتند

1-Cavitation
2- Media

از HFA، HFB، HFC و HFD. هریک از رده‌های HFA و HFD براساس ترکیب شیمیایی سیال دارای زیربخش‌هایی است.

جدول ۱- طبقه‌بندی سیالات مقاوم در برابر آتش

ترکیب و ویژگی‌ها	نماد ISO-L	ملاحظات
امولسیون‌های روغن در آب	HFAE	محتوای آب ≥ ٪ ۹۵ کسر حجمی[a] گسترهٔ دمای کاری ۵°C+ تا ۵۰°C+
محلول‌های شیمیایی در آب	HFAS	محتوای آب ≥ ٪ ۹۵ کسر حجمی[a] گسترهٔ دمای کاری ۵°C+ تا ۵۰°C+
امولسیون‌های آب در روغن	HFB	به طور مشخص حاوی حداقل ٪ ۴۰ کسر جرمی آب می‌باشد گسترهٔ دمای کاری ۵°C+ تا ۵۰°C+
محلول‌های پلیمری حاوی آب	HFC	به طور مشخص حاوی بیش از ٪ ۳۵ کسر جرمی آب در مخلوطی از گلیکول‌ها و پلی‌گلیکول‌ها می‌باشد گسترهٔ دمای کاری ۲۰°C- تا ۵۰°C+
سیالات سنتزی عاری از آب	HFDR	تشکیل شده از استرهای فسفات گسترهٔ دمای کاری ۲۰°C- تا ۷۰°C+ یا تا ۱۵۰°C[b]
سیالات سنتتیک عاری از آب	HFDU	تشکیل شده از مایعاتی بغیر از استرهای فسفات گسترهٔ دمای کاری ۲۰°C- تا ۷۰°C+ یا تا ۱۵۰°C[b]

[a] در این رده سیالات انگشت شماری هستند که گرانروی آنها بسیار بالاتر از ۱ cSt (۱ mm^2/s) است و ممکن است حاوی ≤ ٪ ۷۵ کسر حجمی از آب باشد.

[b] دمای بالاتر، حد بالایی تقریبی را برای کارکرد در مدت زمان کوتاه نشان می‌دهد این موضوع بستگی به این دارد که نوع کاربرد، هیدرواستاتیک است یا هیدرودینامیک و در سیالات HFDU بستگی به ترکیب سیال دارد. در صورت وجود شبهه بهتر است موضوع توسط سازندهٔ تجهیزات یا تامین‌کننده سیال روشن شود.

۶-۱-۳ اختلاط سیال

باید از اختلاط سیالات مقاوم در برابر آتش که از رده‌های مختلفی است، اجتناب شود. همچنین اختلاط سیالاتی که از ردهٔ یکسانی بوده اما منشأ مختلفی دارند توصیه نمی‌شود، مگر این که سازگاری سیالات با یکدیگر به روشنی معلوم شده باشد.

در سیستم‌ها در زمان تغییر سیال از روغن معدنی به سیال مقاوم در برابر آتش یا تغییردادن ردهٔ سیال مقاوم در برابر آتش به رده دیگر، باید نکات احتیاطی خاصی را رعایت کرد. در این شرایط بهتر است به بند ۸ مراجعه شود.

۶-۲ مشخصه‌های سیالات در رده‌های مختلف

۶-۲-۱ امولسیون‌های روغن در آب (غلیظ شده و غلیظ نشده)- HFAE

۶-۲-۱-۱ کلیات

محتوای بالای آب در سیالات HFAE آنها را در برابر آتش بی‌نهایت مقاوم می‌سازد. این گروه به صورت سیالات غلیظ شده و غلیظ نشده در دسترس می‌باشد (به زیربند ۶-۲-۱-۲ مراجعه شود). به طور معمول نوع غلیظ نشدهٔ آن به صورت کنسانتره عرضه می‌شود و توسط خود کاربر با آب مخلوط می‌شود. اختلاط معمولاً با ٪۲ تا ٪۵ کسر حجمی از کنسانتره و ٪ ۹۸ تا ٪ ۹۵ کسر حجمی آب انجام می‌شود. غلظت بهینه باید پس از انجام آزمون با سیال و آب رقیق‌کننده و مذاکره با تامین کنندهٔ سیال تعیین شود. روش معمول برای تهیه دستی، افزایش تدریجی کنسانتره و هم زدن مداوم تا رسیدن به حجم مورد نیاز از آب است. برای حجم‌های بزرگ همزن‌های خودکار در دسترس هستند. کنسانتره نوعا از روغن معدنی به همراه امولسیون‌کننده‌های مناسب، بازدارنده‌های خوردگی، بافرهای pH و عامل جفت‌کننده[1] تشکیل یافته است. به علاوه ممکن است افزودنی‌های ضدسایش، مواد ضد کف، باکتری‌کش و ضد قارچ را نیز شامل شود. بستهٔ افزودنی و غلیظ‌کننده، بیش از ٪ ۲۵ از حجم کل سیالات غلیظ شده در این رده را تشکیل می دهد. این سیالات بیشتر به صورت مخلوط آماده وکمتر به صورت کنسانتره عرضه می‌شوند.

امولسیون‌هایی که اندازه قطرات روغن در آنها به طورخاصی کوچک بوده و معمولاً میزان روغن معدنی آن‌ها پایین‌تر است، عموما به عنوان میکرومولسیون‌ها[2] شناخته می‌شوند و بسته به سختی آبِ رقیق‌کننده ممکن است ظاهری نیمه شفاف داشته باشند.

سیال نهایی معمولاً قلیایی بوده و pH آن به طور معمول در محدودهٔ ۹٫۰ تا ۹٫۵ می‌باشد.

۶-۲-۱-۲ گرانروی

گرانروی سیالات غلیظ‌نشده، به دلیل وجود میزان بسیار بالای آب در آنها، به گرانروی آب خالص نزدیک‌تر است (تقریباً ۰٫۸ mm^2/s در ۴۰ °C). در نتیجه قطعات هیدرولیکی که طراحی آنها مخصوص کار با سیالات دارای گرانروی پائین است، به طور معمول در سیستم‌های هیدرولیکی به کار می‌رود که با سیالات غلیظ نشدهٔ HFAE پر شده‌اند. سیالات HFAE غلیظ شده‌ای که دارای گرانروی قابل مقایسه با روغن‌های معدنی (مانند ISO VG 32 و ISO VG 46) است، اجازه می‌دهد اجزای هیدرولیکی متداول بیشتری مورد استفاده قرار گیرد. اگرچه باید از عملکرد این قطعات با سیالات مزبورکه ویژگی‌های روانکاری در آنها کاهش یافته است، اطمینان حاصل کرد.

1- Coupling agents
2- Micro-emulsions

۶-۲-۱-۳ ویژگی‌های روانکاری

به طور معمول ویژگی‌های روانکاری سیالات HFAE ضعیف می‌باشد. روغن موجود در سیال محافظ اصلی قطعات روانکاری شده‌است، ولی قطعات هیدرولیک با طراحی خاص به طور معمول باید با این سیالات کارکند. طول عمر یاتاقان‌های قطعات دوار در داخل اجزا تمایل به کوتاه شدن دارد.

۶-۲-۱-۴ محافظت در برابر خوردگی

برای اطمینان از محافظت کافی در برابر خوردگی، ثابت نگهداشتن نسبت توصیه شدهٔ کنسانتره در سیال نهایی همواره مهم است.

۶-۲-۱-۵ قابلیت سازگاری

الف- قابلیت سازگاری با نشت‌بندها، واشرها، شیلنگ‌ها و غیره.

مواد نشت‌بند الاستومری ترجیحی برای سیالات HFAE عبارتند از: لاستیک آکریلونیتریل- بوتادی‌ان[1] با محتوای بالای نیتریل[2] (NBR) و لاستیک‌های فلورینه (FKM). سایر الاستومرها نیز می‌تواند سازگار باشد، اما سازگاری آنها باید توسط تامین‌کنندگان مواد نشت‌بند و سیال تائید شود. بعضی از نشت‌بندهای پلی‌اورتان (AU و EU) می‌تواند در اثر هیدرولیز آسیب ببیند. بهتر است از مواد جاذب مثل چرم، کاغذ و چوب پنبه اجتناب شود.

یادآوری- برای نام‌گذاری لاستیک به استاندارد ISO 1629 مراجعه شود.

ب- قابلیت سازگاری با رنگ‌ها و پوشش‌ها

سیالات HFAE به طور معمول با رنگ‌های مرسوم سازگار نیستند. بهتر است سطوح داخلی مخزن یا رنگ‌کاری نشود یا با پوشش‌های اپوکسیِ دوجزئی پوشانده شود. زمانی که احتمال بروز مشکل در اثر خوردگی در ناحیه‌های غیرِ تر (خشک) یک مخزن وجود دارد، می‌توان برای مخزن و درپوش آن فولاد ضد زنگ را در نظر گرفت.

پ- قابلیت سازگاری با فلزات

بیشتر فلزات به کار رفته در ساختار سیستم‌های هیدرولیک که برای استفاده با روغن‌های هیدرولیک معدنی طراحی شده‌اند، با سیالات HFAE نیز سازگاری دارند. با این حال بهتر است آلیاژهای کادمیم، سرب و منیزیم به کار نرود. آلومینیم در صورتی که آندایز[3] شود مناسب است و قطعات آبکاری شده با فلز روی که

1- Acrylonitrile-butadiene rubber
2- Nitrile-butadiene rubber (NBR)
3-Anodized

با برخی از سیالات سازگاری دارند سطوحی را ایجاد می‌کند که غیرفعال شده‌اند. در صورت وجود هرگونه شبهه باید به توصیه‌های تامین‌کننده سیال توجه کرد.

۶-۲-۱-۶ دمای عملیاتی

به منظور اجتناب از هدر رفت بیش از حد آب، معمولاً بهتر است دمای مخزن یک سامانهٔ HFAE از ۵۰°C تجاوز نکند. دماهای عملیاتی پائین‌تر ترجیح داده می‌شوند. حداقل دمای عملیاتی به منظور رفع خطر یخزدگی، ۵ °C است.

۶-۲-۱-۷ نگهداری سیال

بهتر است معمولاً رقیق‌سازی کنسانتره HFAE با آب آشامیدنی لوله‌کشی انجام شود مگر این که به طور مشخص سختی شیمیایی بالا باشد، که در این صورت بهتر است از آب نرم (سختی زدایی شده) یا آب فاقد مواد معدنی استفاده شود. در حالت ایده‌ال، بهتر است ویژگی‌های محصول نهایی توسط تامین کننده و با آبی که مشتری مورد استفاده قرار می‌دهد مورد ارزیابی قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که سیال مخلوط شده تمامی الزامات فنی را برآورده می‌کند.

از آنجایی که احتمال کاهش آب در سیستم با مرور زمان همواره وجود دارد، پایش منظم سیال برای اطمینان از باقی ماندن غلظت در حدود مورد نظر ضروری است که به طور معمول با اندازه‌گیری ضریب شکست سیال ارزیابی می‌شود. به منظور اجتناب از افزایش غلظت نمک‌ها در سیال، جایگزینی آب از دست رفته در اثر بخار با آب فاقد مواد معدنی ترجیح داده می شود.

پس از استفاده طولانی، از برهمکنش بین نمک‌های سخت کنندهٔ موجود در آب رقیق کننده با افزودنی‌های کنسانتره، موادی مانند ماده کرم مانند، روغن آزاد و ته‌مانده‌هایی تشکیل می‌شود که جداسازی آنها از سیالات HFAE امکان پذیر است. زمانی که فاز جداکنندهٔ مشخصی تشکیل شده و ذرات آب آزاد قابل رؤیت باشد، علت آن بدون هیچ گونه تاخیری باید بررسی و رفع شود.

pH سیال باید به طور منظم پایش شده و در محدوده‌های توصیه شده توسط تامین‌کننده سیال حفظ شود.

همچنین بهتر است سیال به طور منظم از لحاظ وجود آلودگی میکروبیولوژیکی (مانند باکتری، مخمر و کپک) پایش شود. در غیر این صورت، تجمع میکروب‌ها می‌تواند طول عمرسیال را کاهش داده (به عنوان مثال با ناپایدار کردن سیال و کاهش افزودنی‌ها)، باعث تولید بوهای نامطبوع گردیده و سلامتی فردی را که در تماس با آن می‌باشد به مخاطره اندازد.

۶-۲-۱-۸ صاف کردن

بیشتر بسترهای فیلتراسیون را می‌توان با سیالات HFAE به کار برد، اگرچه بهتر است قابلیت سازگاری مواد سلولزی و مواد با پایهٔ منسوجات بررسی شود. درجه‌بندی فیلتر بستگی به کاربرد و الزامات سیستم دارد.

چنانچه استفاده از یک فیلتراسیون خوب مد نظر باشد مشورت با تامین‌کنندگان فیلتر توصیه می‌شود، چون ممکن است باعث ناپایدار شدن سیال شود.

۶-۲-۱-۹ دفع

محتوای بالای آب در چنین سیالاتی اغلب به معنای دفع نسبتاً راحت آن می باشد. با این حال ابتدا باید امولسیون به دو جزء اصلی خود شکافته («شکسته») شود. برای حصول این امر رایج‌ترین فنون عبارتند از ترکیب دماهای بالا، تنظیم pH و افزودن مواد شیمیایی اختصاصی «شکنندهٔ امولسیون». همچنین ممکن است از فرافیلتراسیون[1] برای شکافت امولسیون به دو جزء غنی از روغن و غنی از آب استفاده شود. برای جزئیات بیشتر بهتر است با تامین‌کنندگان سیال، تجهیزات و مواد شیمیایی مشورت شود.

چنانچه امکان استفاده مجدد از اجزاء روغنِ غلیظ نباشد، می‌توان آنها را سوزاند. معمولاً فاز آبی را می‌توان در فاضلاب تخلیه نمود. در صورت لزوم به منظور رعایت قوانین محلی رقیق‌سازی انجام می‌شود. به منظور انطباق سیال با الزامات تخلیهٔ فاضلاب یا داشتن سیالی با کیفیت بالا برای استفاده مجدد، متناوبا می‌توان از نانوفیلتراسیون یا اسمز معکوس بر روی سیال آبی استفاده کرد.

برای بیشتر کاربرانی که از مقادیر کم سیالات HFAE استفاده می‌کنند، آسان‌ترین و با صرفه‌ترین راه دفع سیال عقد قرارداد با پیمانکاران مجاز برای دفع این گونه مواد می‌باشد.

۶-۲-۲ محلول‌های شیمیایی در آب (غلیظ شده و غلیظ نشده)- HFAS

۶-۲-۲-۱ کلیات

محتوای بالای آب در سیالات HFAS آنها را در برابر آتش بی‌نهایت مقاوم می‌سازد. این گروه به صورت سیالات غلیظ شده و غلیظ نشده در دسترس می‌باشد (به زیربند ۶-۲-۲-۲ مراجعه شود). نوع غلیظ نشدهٔ آن معمولا به صورت کنسانتره عرضه می‌شود و توسط خود کاربر با آب مخلوط می‌شود. به طور معمول اختلاط با ٪ ۲ تا ٪ ۵ کسر حجمی از کنسانتره و ٪ ۹۸ تا ٪ ۹۵ کسر حجمی آب انجام می‌شود. غلظت بهینه باید پس از انجام آزمون‌هایی با سیال و آب رقیق‌کننده و مذاکره با تامین کنندهٔ سیال تعیین شود. برای تهیه دستی، افزایش تدریجی کنسانتره و هم زدن مداوم تا رسیدن به حجم مورد نیاز از آب است. برای حجم‌های بزرگ همزن‌های خودکار در دسترس هستند. به طور معمول کنسانتره از ترکیب بازدارنده‌های خوردگی محلول در آب، بافرهای pH و همچنین افزودنی‌های ضدسایش تشکیل شده است. مواد ضد کف، باکتری‌کش و ضد قارچ نیز ممکن است اضافه شده باشد. بستهٔ افزودنی و غلیظ‌کننده، تا میزان ٪ ۲۵ از حجم کل سیالات غلیظ شده در این رده را تشکیل می‌دهد. به طور معمول این سیالات نه به صورت کنسانتره بلکه به صورت آماده جهت اختلاط عرضه می‌شوند.

1- Ultrafiltration

سیال نهایی معمولاً قلیایی بوده و به طور مشخص pH آن در محدودهٔ ۹٫۰ تا ۹٫۵ می‌باشد.

۶-۲-۲-۲ گرانروی

گرانروی سیالات غلیظ نشده، به دلیل وجود میزان بسیار بالای آب در آنها، به گرانروی آب خالص نزدیک‌تر است (تقریباً $0{,}8\ mm^2/s$ در $40\ ^\circ C$). در نتیجه اجزای هیدرولیکی که طراحی آنها ویژهٔ کار با سیالات دارای گرانروی پائین است، به طور معمول در سیستم‌های هیدرولیکی‌ای به کار می‌رود که با سیالات غلیظ نشدهٔ HFAS پر شده‌اند.

سیالات HFAS غلیظ شده‌ای که دارای گرانروی قابل مقایسه با روغن‌های معدنی (مانند ISO VG 32 و ISO VG 46) هستند، اجازه می‌دهند اجزای هیدرولیکی متداول بیشتری مورد استفاده قرار گیرند. اگرچه باید از عملکرد این قطعات با سیالات مزبورکه ویژگی‌های روانکاری درآنها کاهش یافته است، اطمینان حاصل کرد.

۶-۲-۲-۳ ویژگی‌های روانکاری

اگرچه ویژگی‌های روانکاری سیالات HFAS عمدتاً ضعیف می‌باشد، ولی می‌توان با به کاربردن افزودنی‌هایی عملکرد روانکاری تا سطحی فراتر از سیالات HFAE را بالا برد. به طور معمول قطعات هیدرولیک با طراحی ویژه باید با این سیالات کارکنند. طول عمر یاتاقان‌های قطعات دوار در داخل اجزا تمایل به کوتاه شدن دارد.

۶-۲-۲-۴ محافظت در برابر خوردگی

برای اطمینان از محافظت کافی در برابر خوردگی، ثابت نگه‌داشتن نسبت توصیه شدهٔ کنسانتره در سیال نهایی همواره مهم است.

۶-۲-۲-۵ قابلیت سازگاری

الف- قابلیت سازگاری با نشت‌بندها، واشرها، شیلنگ‌ها و غیره.

مواد نشت‌بند الاستومری ترجیحی برای سیالات HFAS عبارتند از: لاستیک آکریلونیتریل- بوتادی‌ان با محتوای بالای نیتریل و لاستیک‌های فلورینه. بدلیل عدم وجود روغن در فرمولاسیون، الاستومرهای دیگر مانند ترپلیمرِ اتیلن‌پروپیلن‌دی‌ان[1] و لاستیک سیلیکون نیز ممکن است مناسب باشد، اما سازگاری آنها باید توسط تامین‌کنندگان مواد نشت‌بند و سیال تائید شود. بعضی از نشت‌بندهای پلی‌اورتان (AU و EU) می‌تواند در اثر هیدرولیز آسیب ببیند. بهتر است از مواد جاذب مثل چرم، کاغذ و چوب پنبه اجتناب شود.

یادآوری- برای نام‌گذاری لاستیک به استاندارد ISO 1629 مراجعه شود.

1- Ethylene propylene diene monomer (EPDM)

ب- قابلیت سازگاری با رنگ‌ها و پوشش‌ها

سیالات HFAS به طور معمول با رنگ‌های مرسوم سازگار نیست. بهتر است سطوح داخلی مخزن یا رنگ‌کاری نشود یا با پوشش‌های اپوکسیِ دوجزئی پوشانده شود. زمانی که احتمال بروز مشکل در اثر خوردگی در ناحیه‌های غیر تر (خشک) یک مخزن وجود دارد، می‌توان برای مخزن و درپوش آن فولاد ضد زنگ را در نظر گرفت.

پ- قابلیت سازگاری با فلزات

بیشتر فلزات به کار رفته در ساختار سیستم‌های هیدرولیک که برای استفاده با روغن‌های هیدرولیک معدنی طراحی شده‌اند، با سیالات HFAS نیز سازگاری دارند با این حال بهتر است آلیاژهای کادمیم، سرب و منیزیم به کار نرود. آلومینیم در صورتی که آندایز شود مناسب است و قطعات آبکاری شده با فلز روی که با برخی از سیالات سازگاری دارند سطوحی را ایجاد می‌کنند که غیرفعال شده‌اند. در صورت وجود هرگونه شبهه باید به توصیه‌های تامین‌کننده سیال توجه کرد.

۶-۲-۲-۶ دمای عملیاتی

به منظور اجتناب از هدر رفت بیش از حد آب، معمولاً بهتر است دمای مخزن یک سامانهٔ HFAS از $50^{\circ}C$ تجاوز نکند. دماهای عملیاتی پائین‌تر ترجیح داده می‌شود. حداقل دمای عملیاتی به منظور رفع خطر یخزدگی، $5^{\circ}C$ می‌باشد.

۶-۲-۲-۷ نگهداری سیال

معمولاً بهتر است رقیق‌سازی کنسانتره HFAS با آب آشامیدنی لوله‌کشی انجام شود مگر این که به طور مشخص سختی شیمیایی بالا باشد، که در این صورت بهتر است از آب نرم (سختی زدایی شده) و یا آب فاقد مواد معدنی استفاده شود. در حالت ایده‌ال، بهتر است ویژگی‌های محصول نهایی توسط تامین کننده و با آبی که مشتری مورد استفاده قرار می‌دهد مورد ارزیابی قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که سیال مخلوط شده تمامی الزامات فنی را برآورده می‌کند.

از آنجایی که همواره احتمال کاهش آب در سیستم با مرور زمان وجود دارد، پایش منظم سیال برای اطمینان از باقی ماندن غلظت در حدود مورد نظر ضروری است که به طور معمول با اندازه‌گیری ضریب شکست سیال ارزیابی می‌شود. اگرچه در مورد برخی از سیالات، تیتراسیون شیمیاییِ افزودنی‌های خاص با پیروی از روش توصیه شده توسط تامین‌کننده سیال، تخمین دقیق‌تری از رقیق‌سازی به دست می‌آید. به منظور اجتناب از افزایش غلظت نمک‌ها در سیال، جایگزینی آب از دست رفته در اثر بخار با آب فاقد مواد معدنی ترجیح داده می شود.

پس از استفاده طولانی، از برهم‌کنش بین نمک‌های سخت کنندهٔ موجود در آب رقیق کننده با افزودنی‌های کنسانتره، موادی مانند مواد کرم مانند، روغن آزاد و ته‌مانده‌هایی تشکیل می‌شوند که جداسازی آنها از سیالات HFAS امکان پذیر است. زمانی که فاز جداکنندهٔ مشخصی تشکیل شده و ذرات آب قابل رؤیت باشد، علت آن بدون هیچ گونه تاخیری باید بررسی و رفع شود.

pH سیال باید به طور منظم پایش شده و در محدوده‌های توصیه شده توسط تامین‌کننده سیال حفظ شود.

همچنین بهتر است سیال به طور منظم از لحاظ وجود آلودگی میکروبیولوژیکی (مانند باکتری، مخمر و کپک) پایش شود. در غیر این صورت، تجمع میکروب‌ها می‌تواند طول عمر سیال را کاهش داده (به عنوان مثال با ناپایدار کردن سیال و کاهش افزودنی‌ها)، باعث تولید بوهای نامطبوع گردیده و سلامتی فردی را که در تماس با آن می‌باشد به مخاطره اندازد.

۶-۲-۲-۸ صاف کردن

بیشتر بسترهای فیلتراسیون را می‌توان با سیالات HFAS به کار برد، اگرچه بهتر است قابلیت سازگاری مواد سلولزی و موادی با پایهٔ منسوجات بررسی شود. درجه‌بندی فیلتر بستگی به کاربرد و الزامات سیستم دارد. اگرچه سیالات HFAS محلول‌های شیمیایی است، چنانچه استفاده از یک فیلتراسیون خوب مد نظر باشد مشورت با تولید کنندگان فیلتر یا تأمین‌کنندگان آن سیال توصیه می‌شود.

۶-۲-۲-۹ دفع

آسان ترین و با صرفه‌ترین راه دفع مقادیر نسبتاً کم سیال HFAS به خدمت گرفتن یک پیمانکار فعال و مجاز در زمینهٔ دفع چنین موادی است.

از آنجائی که این سیالات محلول‌های شیمیایی هستند، جداسازی افزودنی‌ها به سختی صورت می‌گیرد و تولید یک جریان فاضلابِ عاری از پسماند آلوده که بتوان آن را به طور مستقیم به سیستم فاضلاب تخلیه نمود دشوار است. به طور ذاتی بسیاری از سیالات زیست تجزیه‌پذیر است اما آفت کش‌های موجود در فرمولاسیون، ممکن است پیش از دفع شدن توسط تصفیه‌خانه‌های میکروبی، نیازمند رقیق‌سازی با آب باشد.

۶-۲-۳ امولسیون‌های آب در روغن- HFB (امولسیون‌های معکوس)

۶-۲-۳-۱ کلیات

امولسیون‌های آب در روغن عبارتند از قطرات آب پراکنده شده در فاز پیوسته‌ای از روغن معدنی به همراه مقادیر مناسبی از امولسیون کننده‌ها، پایدارکننده‌ها و بازدارنده‌ها. مقاومت در برابر آتش سیالات HFB به دلیل وجود آب در فرمولاسیون آنها است، اما این سیالات به دلیل محتوای بالایِ روغن معدنی، به اندازهٔ سیالات HFA نسبت به آتش مقاوم نیستند. این سیالات به صورت آماده برای مصرف عرضه می شوند و

نیازی به رقیق‌سازی ندارند. در حالت عادی، کسر حجمی میـزان آب موجـود در آن تقریبـا ٪۴۰ مـی‌باشـد. تغییر در میزان آب می‌تواند موجب کاهش پایداری امولسیون و کاهش مقاومت در برابر آتش شود.

۶-۲-۳-۲ گرانروی

سیالات ردهٔ HFB در گسترهٔ درجات گرانروی طبق استاندارد ISO 3448 قرار می‌گیرند. رایج‌تـرین درجـات گرانروی قابل دسترس عبارتند از ISO VG 68 و ISO VG 100. این سیالات رفتار غیر نیوتنی از خود نشان می‌دهند یعنی گرانروی اندازه‌گیری شده، با نرخ برش تغییر می‌کند. این رفتار در روانکاری تاثیرگذار است و باعث می‌شود تا در شرایط کاری برابر، سیال با گرانروی بالاتر نسبت به سیال منظور شده برای کار با روغـن معدنی، انتخاب شود.

۶-۲-۳-۳ ویژگی‌های روانکاری

نسبت بالای روغن معدنی در فرمولاسیون سیالات HFB، باعث برتری ویژگی‌های روانکاری آنهـا نسـبت بـه سیالات HFA می‌شود که اجازه می‌دهد از قطعات هیدرولیک اسـتاندارد در بسـیاری از تاسیسـات اسـتفاده کرد. با این حال مقادیر قابل توجه آب در فرمولاسیون سیالات HFB اغلب به این معناست کـه سـرعت‌هـا و فشارهای کاهش یافته، برای افزایش طول عمر قطعات ضروری اسـت. اگـر کـاربرد خاصـی مـد نظـر باشـد، توصیه‌های تأمین‌کنندگان سیال و قطعات باید بررسی شود.

۶-۲-۳-۴ حفاظت در برابر خوردگی

سیالات HFB با میزان مناسبی از مواد افزودنیِ بازدارندهٔ خوردگی فرمولـه شـده‌اسـت تـا از فلـزات آهنـی و غیرآهنی که عمدتا در ساختمان/ساخت سیستم‌های هیدرولیکی به کار گرفته می‌شوند، به صورت رضـایت-بخش حفاظت شود.

۶-۲-۳-۵ قابلیت سازگاری

الف- قابلیت سازگاری با نشت‌بندها، واشرها، شیلنگ‌ها و غیره

مواد نشت‌بند الاستومری ترجیحی برای سیالات HFB عبارت است از: لاستیک آکریلونیتریل- بوتادی‌ان بـا محتوای بالای نیتریل (NBR) و لاستیک‌های فلورینه (FKM). سایر الاستومرها نیز می‌تواند سـازگار باشـد، اما سازگاری آنها باید توسط تامین‌کنندگان مـواد نشـت‌بنـد و سـیال تائیـد شـود. بعضـی از نشـت‌بنـدهای پلی‌اورتان (AU و EU) ممکن است در اثر هیدرولیز آسیب ببینند. بهتر است از مواد جاذب مثل چرم، کاغذ و چوب پنبه اجتناب شود.

یادآوری- برای نام‌گذاری لاستیک به استاندارد ISO 1629 مراجعه شود.

ب- قابلیت سازگاری با رنگ‌ها و پوشش‌ها

بسیاری از رنگ‌ها و پوشش‌های سازگار با روغن معدنی، مناسب سیالات HFB نیز می‌باشد.

پ- قابلیت سازگاری با فلزات

قابلیت سازگاری سیالات HFB با فلزات مشابه روغن‌های معدنی می‌باشد. با این حال بهتر است از کادمیم استفاده نشود.

۶-۲-۳-۶ دمای عملیاتی

به منظور اجتناب از هدر رفت بیش از حد آب، معمولاً بهتر است دمای مخزن یک سامانهٔ HFB از $50^{\circ}C$ تجاوز نکند. حداقل دمای عملیاتی به منظور رفع خطر یخزدگی، $5^{\circ}C$ می‌باشد، مگر این که در فرمولاسیون سیال گلیکول به کار رفته باشد و تامین‌کنندهٔ سیال دمای عملیاتی پائینی را مشخص کرده باشد. اگرچه بعضی از تامین‌کنندگان ادعا می‌کنند که این سیالات می‌توانند چرخه‌های یخزدن- آب‌شدن را تحمل نمایند، با این حال نگهداری در دمای بالای $5^{\circ}C$ توصیه می‌شود.

در مواقعی که جهت حفظ حداقلِ دما وجود گرمکن برای مخزن ضروری باشد، بهتر است برای جلوگیری از خطر شکافت امولسیون در اثر افزایش حرارت موضعی چگالی انرژی در سطح عوامل گرم‌کننده بیش از $3\ W/cm^2$ نباشد.

۶-۲-۳-۷ نگهداری سیال

از آنجایی که همواره احتمال کاهش آب در سیستم با مرور زمان وجود دارد، پایش منظم سیال برای اطمینان از باقی ماندن غلظت در محدوده قابل پذیرش ضروری است. میزان آب به صورت مستقیم با شکافت امولسیون و اندازه‌گیری مقدار آب ارزیابی می‌شود. راهکار دیگر، تقطیر بر مبنای استاندارد ISO 3733 می‌باشد. در این صورت اگر فرمولاسیون سیال حاوی ترکیبات محلول در آب مانند مونواتیلن‌گلیکول باشد، میزان آب ثبت شده می‌تواند بزرگ‌تر از مقدار واقعی آن باشد. اندازه‌گیری‌های گرانروی نیز در تخمین میزان آب کاربرد دارند، اگرچه ویژگی‌های غیر نیوتنی سیالات HFB به معنای استفاده از یک فن خاص در یک دمای خاص در اندازه‌گیری‌ها است. چنانچه در تخمین میزان آب اندازه‌گیری‌های گرانروی به کار روند، باید توصیه‌های تامین‌کننده بررسی شود.

در مواقعی که هدر رفت آب اتفاق می‌افتد، جهت چاره‌اندیشی باید با تأمین‌کننده سیال مشورت شود. اگر جایگزینی آب هدر رفته قابل قبول باشد، بهتر است از آب مقطر یا از آبی که مواد معدنی آن حذف شده است، جهت حفظ پایداری سیال استفاده نمود. جهت حصول اطمینان از جمع نشدن لایه‌های امولسیونیِ غنی از آب در کف مخزن، بهتر است افزایش آب به مخزن سیستم درحال کار با دبی پائین انجام شود. تلاطم و برش مکانیکی که سیال به گردش درآمده در سیستم در معرض آن قرار می‌گیرد ممکن است برای شکستن آب افزوده شده به قطرات بسیار ریز، که لازمهٔ پایداری امولسیون است،کافی نباشد. شرایط افزودن آب براساس توصیه‌های تامین‌کننده سیال می‌باشد تا از پراکندگی رضایت‌بخش آن اطمینان حاصل شود.

سیالات HFB بسته به کاربردشان، چرخهٔ کار و ورود آلودگی احتمال می‌رود هنگام کار درجاتی از جدایی فاز را نشان دهند. اگرحجم آب و روغن آزاد از مقدار توصیه شده توسط تامین‌کننده سیال تجاوز نماید برای پیشگیری از خطرآتش سوزی و آسیب به قطعات هیدرولیک، سیستم باید بلافاصله متوقف شود. علت این امر باید شناسایی و سپس رفع شود.

۶-۲-۳-۸ صاف کردن

بیشتر بسترهای فیلتراسیون مناسب روغن‌های معدنی برای سیالات HFB نیزکاربرد دارند، اگرچه بهتر است قابلیت سازگاری مواد سلولزی و موادی با پایهٔ منسوجات بررسی شود. درجه‌بندی فیلتر بستگی به کاربرد و الزامات سیستم دارد. از آنجائی که فیلتراسیون بسیار ریز ممکن است برخی از سیالات را ناپایدارکند، در چنین مواقعی بهتراست به توصیه‌های تامین‌کنندگان سیال و فیلتر توجه شود.

۶-۲-۳-۹ دفع

اگرچه طول عمر سیالات HFB بسته به کاربردشان بسیار متغیر است، اما با نگهداری صحیح می‌توان دوام آنها را افزایش داد. زمانی که دفع سیال ضروری باشد معمولاً سوزانده می‌شود. به عنوان روش جایگزین می‌توان امولسیون را با استفاده از مواد شیمیایی مناسب شکافته و بخش روغنی را بازیافت کرد. بخش آبی سیال را می‌توان با رعایت مقررات محلی به فاضلاب تخلیه نمود.

آسان ترین و با صرفه‌ترین راه دفع سیال HFB به خدمت گرفتن یک پیمانکار فعال و مجاز در زمینهٔ دفع چنین موادی است.

۶-۲-۴ محلول‌های پلیمر آب- HFC

۶-۲-۴-۱ کلیات

محلول‌های پلیمر آب که به طور معمول با نام «سیالات گلیکول آب» شناخته می‌شوند عبارت است از: محلول‌های گلیکولی‌ها و گلیکول‌های پلیمری در آب. این سیالات محلول‌های حقیقی هستند و مقاومت در برابر آتش آنها ناشی از جزء آبی بوده که به طور مشخص دارای کسر حجمی ٪ ۳۵ تا ٪ ۴۵ در فرمولاسیون می‌باشد. کاهش آب در اثر تبخیر موجب کاهش مقاومت سیال در برابر آتش می‌شود.

یادآوری ۱- سیالات فرموله شده به صورت مخلوطی از آب و گلیکول که در ۴۰°C دارای گرانروی کمتر از ($15\ mm^2/s$) ۱۵ cSt می‌باشد، در ردهٔ HFAS قرار می‌گیرد.

یادآوری ۲- از سال ۲۰۰۴ میلادی نوع جدیدی از محلول گلیکول- آب در دسترس قرار گرفته که نوعا حاوی ٪۲۰ کسر حجمی آب است. ادعا می‌شود که خواص روانکاری آن علی رغم اندکی کاهش در مقاومت در برابرآتش، بهبود یافته است.

۶-۲-۴-۲ گرانروی

مشخصه‌های بسیار خوب گرانروی- دمای سیالاتی که در ردهٔ HFC است، باعث می‌شود که بتوان از آنها در دماهای تا ۲۰°C- استفاده کرد. همچنین می‌توان آنها را در درجات گرانروی ISO VG 15 تا ISO VG 100 همان گونه که در استاندارد ISO 3448 تعیین شده است، عرضه نمود.

۶-۲-۴-۳ خواص روانکاری

خواص روانکاری ترکیب آب و گلیکول‌ها، که پایه و اساس سیالات HFC را تشکیل می‌دهد، به طور معمول توسط افزودنی‌های مناسب ارتقاء می‌یابد. در نتیجه محافظت سایشی رضایت‌بخشی را می‌توان به دست آورد. با این‌حال، به خاطر عملکرد نسبتا ضعیف اجزای یاتاقان‌ها، ممکن است کاهش سرعت و فشار پمپ جهت افزایش عمر قطعات ضروری باشد.

طرح های استفاده از یاتاقان‌های ساده در دسترس است. در صورتی که نگرانی‌هایی در خصوص حصول کاربرد مورد نظر وجود داشته باشد، باید توصیه‌های تامین‌کنندگان سیال و قطعات هیدرولیک بررسی شود.

۶-۲-۴-۴ حفاظت در برابر خوردگی

سیالات HFC با میزان مناسبی از مواد افزودنیِ بازدارندهٔ خوردگی فرموله شده‌است. تا از فلزات آهنی و غیرآهنی که عمدتا در ساختمان/ساخت سیستم‌های هیدرولیکی به کار گرفته می‌شوند، به صورت رضایت-بخش حفاظت شود.

۶-۲-۴-۵ قابلیت سازگاری

الف- قابلیت سازگاری با نشت‌بندها، واشرها، شیلنگ‌ها و غیره

مواد نشت‌بند الاستومری مناسب سیالات HFC عبارت است از: لاستیک آکریلونیتریل- بوتادی‌ان با میزان بالای نیتریل (NBR). ، به دلیل عدم وجود روغن معدنی در فرمولاسیون، الاستومرهای دیگر نظیر لاستیک‌های ایزوبوتن- ایزوپرن (IIR) و ترپلیمرِ اتیلن‌پروپیلن‌دی‌ان (EPDM) نیز ممکن است سازگار باشد، اما سازگاری مواد جایگزین شامل لاستیک‌های فلورینه (FKM) و الاستومرهای پلی‌اورتان باید توسط تامین‌کنندگان مواد نشت‌بند و سیال تائید شود. بهتر است از مواد جاذب مثل چرم، کاغذ و چوب پنبه اجتناب شود.

یادآوری- برای نام‌گذاری لاستیک به استاندارد ISO 1629 مراجعه شود.

ب- قابلیت سازگاری با رنگ‌ها و پوشش‌ها

سیالات HFC با بیشتر رنگ‌ها و پوشش‌های مرسوم کـه درآنهـا از روغـن‌هـای معـدنی اسـتفاده مـی‌شـود، سازگاری ندارد. برای حفاظت از سطوحی که مدام در معرض تـر شـدن بـا سـیال هسـتند، ترجیحـاً بایـد از رنگ‌های اپوکسیِ دوجزئی یا فولاد ضدزنگ استفاده شود.

پ- قابلیت سازگاری با فلزات

سیالات HFC با اغلب فلزات به کار رفته در ساختار سیستم‌های هیدرولیکی که برای استفاده با روغـن‌هـای هیدرولیک معدنی طراحی شده‌اند، نیزسازگاری دارند. با این حـال بهتـر اسـت آلیاژهـای کـادمیم، سـرب و منیزیم استفاده نشود. اجزاء آلومینیمی بهتر است آندایز شوند.

۶-۴-۲-۶ دمای عملیاتی

به منظور اجتناب از هدر رفت بیش از حد آب، بهتر است دمای عملیاتی یک سیستم HFC از ۵۰°C تجـاوز نکند. وجود گلیکول در فرمولاسیون به این معنی است که در صورت برآورده شدن الزامات گرانروی سیستم، دماهای عملیاتی زیر صفر به صورت قابل توجهی قابل دستیابی می‌باشد.

۶-۴-۲-۷ نگهداری سیال

از آنجایی که همواره احتمال کاهش آب در سیستم با مـرور زمـان وجـود دارد، پـایش مـنظم سـیال بـرای اطمینان از باقی ماندن غلظت در محدوده قابل قبول ضـروری اسـت. بیشـتر تـامین‌کننـدگان سـیال HFC جزئیاتی را ارائه می‌کند که بر پایهٔ آنها غلظت آب با اندازه‌گیری گرانروی به دست می‌آید. تیتراسـیون کـارل فیشر طبق استاندارد ISO 760 و اندازه‌گیری حجم آبی که به طور مستقیم پس از شکافت سـیال بـا حـلال مناسب آزاد می‌شود از دیگر فنون تعیین غلظت آب مـی‌باشـد. روش فنـی انـدازه‌گیـری بهینـه بایـد طبـق توصیه‌های تامین‌کننده سیال باید بررسی شود.

در مواقعی که هدر رفت آب اتفاق می‌افتد، جهت چاره‌اندیشی باید با تأمین‌کننده سیال (در صـورت وجـود) مشورت شود. اگر جایگزینی آب هدر رفته قابل قبول باشد، بهتر است از آب مقطر یا از آبی که مواد معـدنی آن حذف شده است، جهت حفظ پایداری سیال استفاده نمود. جهت حصول اطمینان از پخش سریع و جمع نشدن لایه‌های امولسیونیِ غنی از آب در کف مخزن، بهتر است افزایش آب به مخزن سیستم درحال کار بـا دبی پائین انجام شود.

pH سیال باید بطور منظم پایش شده و در محدوده‌های توصیه شده توسط تامین‌کننده سیال حفظ شود.

۶-۴-۲-۸ صاف کردن

بیشتر بسترهای فیلتراسیون مناسب روغن‌های معدنی با سیالات HFC نیز کاربرد دارند، اگرچـه بهتـر اسـت قابلیت سازگاری مواد سلولزی و مواد با پایهٔ منسوجات بررسی شود. توصیه می‌شود از سازندهٔ صـافی دربـارهٔ

سازگاری چسب‌های به کار رفته در کارتریج صافی با این سیالات سؤال شود. درجه‌بندی فیلتر بستگی به کاربرد و الزامات سیستم دارد.

۶-۲-۴-۹ دفع

اگر چه طول عمر سیالات HFC بسته به کاربرد آنها بسیار متغیر است، اما با نگهداری صحیح می‌توان دوام آنها را افزایش داد. زمانی که دفع سیال ضروری باشد معمولاً سوزانده می‌شود. روش‌های جایگزین دفع باید طبق قوانین محلی باشد. سیالات HFC نباید در جریان‌های آبی رهاسازی شوند.

آسان‌ترین و با صرفه‌ترین راه دفع سیال HFC به خدمت گرفتن یک پیمانکار فعال و مجاز در زمینهٔ دفع چنین موادی می‌باشد.

۶-۲-۵ سیالات سنتتیک متشکل از استرهای فسفات و سیالات بدون آب- HFDR

۶-۲-۵-۱ کلیات

مقاومت در برابر آتش استرهای فسفات از ساختار شیمیایی آنها ناشی می‌شود. گرانروی سیال در دمای محیط برای مشتقات آلکیل بزرگ‌تر از kg/m^3 ۹۰۰ و برای فرآورده‌های آریل یا فرآورده‌هایی با پایهٔ فنولی بزرگتر از kg/m^3 ۱۱۰۰ می‌باشد.

۶-۲-۵-۲ گرانروی

سیالات ردهٔ HFDR می‌تواند در گسترهٔ درجات گرانروی تعریف شده در استاندارد ISO 3448 ، عرضه شود. رایج‌ترین درجات گرانروی قابل دسترس برای بیشتر کاربردهای صنعتی عبارت است از ISO VG 22 تا ISO VG 100. ویژگی‌های دما- گرانروی استرهای فسفات در مقایسه با روغن‌های معدنی به طور معمول ضعیف‌تر بوده و اگر حالت شروع سرد[1] معمول باشد، قرار دادن گرم‌کن داخل مخزن توصیه می‌شود. در صورت استفاده از چنین گرم‌کن‌هایی چگالی انرژی در سطح اجزاء گرمایشی بهتر است از W/cm^2 ۰٫۷ فراتر نرود تا آسیبی به سیال وارد نشود. چنانچه اجزای گرمایشی در یک مدار پمپاژ نصب شود، که سرعت‌های سیال در آنجا بسیار بالاتر می‌باشد، چگالی انرژی می‌تواند تا W/cm^2 ۲ افزایش یابد.

۶-۲-۵-۳ خواص روانکاری

سیالات HFDR به طورکلی خواص روان‌کاری ممتازی دارند (در سایر انواع روان‌کننده‌ها، از فناوری‌های مرتبط با افزودنی فسفری به عنوان مواد ضدسایش استفاده می‌شود). قطعات هیدرولیکِ استاندارد که جهت کاربردهای روغن معدنی طراحی و نصب شده‌اند، برای استفاده با استرهای فسفات بسیار مناسب هستند. این

1- Cold-start

استرها نشت‌بندهای الاستومری کارآمدی را ایجاد می‌کند. تغییرات جزئی در طراحی یاتاقان‌های هیدرودینامیک و چیدمان پمپ ورودی می تواند چگالی سیال را نسبت به روغن‌های معدنی افزایش دهد.

۶-۲-۵-۴ حفاظت در برابر خوردگی

به طور معمول سیالات HFDR فاقد مواد افزودنی بازدارندهٔ خوردگی است، به طوری که ناخالصی‌های فرآورده و فرآورده‌های ناشی از هیدرولیز می‌تواند از برخی فلزات آهنی محافظت نماید.

۶-۲-۵-۵ قابلیت سازگاری

الف- قابلیت سازگاری با نشت‌بندها، واشرها، شیلنگ‌ها و غیره

مادهٔ نشت‌بند الاستومری مناسب سیالات HFDR لاستیک فلورینه (FKM) می باشد. اما این ماده برای سیالات منظور شده در پروژه‌های هوا-فضا که در آنها استرهای فسفات آلیفاتیک مورد استفاده قرار می‌گیرند، مناسب نیست. لاستیک‌های بوتیل (IIR) و ترپلیمرِ اتیلن‌پروپیلن‌دی‌ان (EPDM) نیز مناسب است. بهتر است از مواد جاذب مثل چرم، کاغذ و چوب پنبه اجتناب شود.

یادآوری- برای نام‌گذاری لاستیک به استاندارد ISO 1629 مراجعه شود.

ب- قابلیت سازگاری با رنگ‌ها و پوشش‌ها

بیشتر رنگ‌ها و پوشش‌های مرسوم با سیالات HFDR سازگار نبوده و به طور معمول توصیه می‌شود سطوح داخلی بدون رنگ باشد. برای حفاظت از سطوحی که به طورمداوم در معرض تر شدن با سیال نیستند، استفاده از رنگ‌های اپوکسیِ دوجزئی توصیه می‌شود. از فولاد ضدزنگ نیز می‌توان استفاده کرد.

پ- قابلیت سازگاری با فلزات

سیالات HFDR با بیشتر فلزات به کار رفته در ساختار سیستم‌های هیدرولیک سازگاری دارند. ترکیبات آلومینیمی بهتر است آندایز شده و سازگاری آلیاژهای مس توسط تامین کنندگان سیال تائید شود، به ویژه اگر انجام عملیات در دماهای بالا باشد. سطوح آلیاژهای آلومینیومی بهتر است از تماس‌های سایشی به دور باشد.

۶-۲-۵-۶ دمای عملیاتی

به طور معمول دمای مخزن یک سیستم که با سیال HFDR کار می‌کند، نباید از ۷۰°C تجاوز کند. دماهای عملیاتی پائین‌تر طول عمرسیال را افزایش می‌دهد. دماهای بالاتر از ۱۵۰°C برای کاربردهای خاص می‌تواند مجاز باشد. در چنین دماهایی، سیال در معرض تخریب تسریع شده می‌باشد و بنابراین سیال باید به طور منظم بررسی شود. در دماهای بالا باید نشت‌بندهای مناسب انتخاب شده و بهتر است به توصیه‌های سازنده توجه شود.

۶-۲-۵-۷ نگهداری سیال

استرهای فسفات مشکوک به هیدرولیز می‌باشد. بنابراین بهتر است محتوای آب این سیالات تا جایی که مقدور است، پائین نگه‌داشته شود. اغلب مناسب است تا از فنون زدایش آب فعال مانند آب‌زدایی خلا استفاده شود. تجزیه سیال به وسیله هیدرولیز یا اکسایش، منجر به تشکیل اسیدها می‌شود، از این رو، بهتر است سیال به طور منظم از نظر محتوای آب طبق استانداردهای ISO 760 و ISO 12937 و عدد اسیدی طبق استانداردهای ISO 6618 و ISO 6619 پایش شود. در بعضی از کاربردها برای پایین نگهداشتن اسیدیته، سیال با مواد جاذب اسیدی به کار گرفته می‌شود. برای جزئیات بیشتر بهتر است با تامین‌کنندگان سیال مشورت شود.

یادآوری ۱- استاندارد ISO 12937 مناسب کاربران تیتراسیون کولومتری است، ولی بهتر است تنها برای آریل فسفات‌ها استفاده شود. اگرچه روش افزودن ماده فعال سطحی آنیونی به نمونه‌های فسفات استر، که با آب کدر و غیرشفاف می‌شوند، اثبات نشده و ممکن است مناسب نباشد.

یادآوری ۲- استاندارد ISO 6618 برای سیالات HFDR مصرف شده که رنگی یا به رنگ تیره هستند مناسب نیست، برای تمام انواع سیالات HFDR استاندارد ISO 6619 مناسب می‌باشد.

۶-۲-۵-۸ صاف کردن

بیشتر بسترهای فیلتراسیون مناسب روغن‌های معدنی برای سیالات HFDR نیز کاربرد دارند. توصیه می‌شود از سازندهٔ صافی دربارهٔ سازگاری چسب‌های به کاررفته درکارتریج صافی با استرهای فسفات سؤال شود. درجه‌بندی فیلتر بستگی به کاربرد و الزامات سیستم دارد، بهتر است پالایش سیالات HFDR را با بهترین درجه‌بندی در برنامه‌های کاربردی هیدرولیک انجام داد.

۶-۲-۵-۹ دفع

طول عمر سیال HFDR بستگی به کاربرد و راهکارهای نگهداری آن در محل دارد. پیمانکاران متخصص و برخی از تامین‌کنندگان سیال خدماتی را پیشنهاد می‌دهد که براساس آنها سیال آلوده یا تخریب شده برای استفادهٔ بیشتر مناسب‌سازی وآماده می‌شود. برای سیال غیرقابل بازیافت، بهتر است از پیمانکاران مجاز در این زمینه بهره گرفت تا به صورت ایمن و احتمالاً به روش سوزاندن، آنها را دفع نماید.

۶-۲-۶ سیالات سنتتیک فاقد آب و از ترکیبات دیگر- HFDU

۶-۲-۶-۱ کلیات

این سیالات ترکیبات متنوعی هستند که سطوح مقاومت آنها در برابر آتش از هم متفاوت است. اگرچه این سیالات به طور کامل مصنوعی بوده و طی واکنش شیمیایی تولید می‌شود، با این حال ممکن است برخی از

مواد خام از فرآورده‌های طبیعی باشد. رایج‌ترین انواع در دسترس این رده از سیالات گلیکول‌های پلی آلکینی (که اترهای پلی‌اُل نامیده می‌شوند) و استرهای پلی‌اُل هستند.

۶-۲-۶-۲ گرانروی

سیالات ردهٔ HFDU می‌تواند متناظر با گستره‌ای از درجات گرانروی تعریف شده طبق استاندارد ISO 3448 عرضه شود. بیشتر سیالات HFDU شاخص‌های گرانروی بالاتری نسبت به روغن‌های معدنی دارند، یعنی گرانروی آنها نسبت به دما کمتر تغییر می‌کند.

۶-۲-۶-۳ خواص روانکاری

بیشتر سیالات HFDU خواص روانکاری ممتازی دارند. به طوری که ترکیبات طراحی شده برای کاربردهای روغن معدنی عموما بدون تغییر مناسب هستند.

۶-۲-۶-۴ حفاظت در برابر خوردگی

سیالات HFDU با میزان مناسبی از مواد افزودنیِ بازدارندهٔ خوردگی فرموله شده‌است تا از فلزات آهنی و غیرآهنی که عمدتا در ساختمان/ساخت سیستم‌های هیدرولیکی به کار گرفته می‌شوند، به صورت رضایت-بخش حفاظت شود.

۶-۲-۶-۵ قابلیت سازگاری

الف- قابلیت سازگاری با نشت‌بندها، واشرها، شیلنگ‌ها و غیره.

لاستیک‌های فلورینه (FKM) با هر دو نوعِ رایج از سیالات HFDU سازگار می‌باشد. سازگاری الاستومرهای بر پایهٔ لاستیک آکریلونیتریل‌بوتادی‌ان (NBR)، پلی‌اورتان‌ها (AU و EU) یا لاستیک بوتیل (IIR) باید توسط تامین‌کنندگان سیال و نشت‌بند تائید شود. بهتر است از مواد جاذب مانند چرم، کاغذ و چوب پنبه اجتناب شود.

یادآوری- برای نام‌گذاری لاستیک به استاندارد ISO 1629 مراجعه شود.

ب- قابلیت سازگاری با رنگ‌ها و پوشش‌ها

سازگاری با رنگ‌ها و پوشش‌ها با ساختار شیمیایی سیالHFDU تغییر می‌کند. بیشتر سیالات با رنگ‌های اپوکسیِ دوجزئی سازگارند اما در صورت وجود هرگونه شبهه باید به توصیه‌های تامین‌کننده سیال توجه کرد.

پ- قابلیت سازگاری با فلزات

سیالات HFDU با بیشتر فلزات به کار رفته در ساختار سیستم‌های هیدرولیک سازگاری دارند. در صورت وجود هرگونه شبهه باید به توصیه‌های تامین‌کننده سیال توجه کرد.

۶-۲-۶-۶ دمای عملیاتی

معمولاً بهتر است دمای تودهٔ سیال در مخزن یک سیستم عملیاتی با سیالHFDU از ۷۰ °C تجاوز نکند. دماهای عملیاتی پائین‌تر طول عمر سیال را افزایش می دهد. دماهای عملیاتی بالاتر با افزایش غیر قابل قبول نرخ تخریب سیال منجر به کاهش طول عمر آن می‌شود. به طور کلی در دماهای پائین‌تر، سیالات با شاخص‌های گرانروی بالا نسبت به روغن‌های معدنی با درجهٔ گرانروی معادلِ ISO، مطمئن‌تر عمل می‌کند.

۶-۲-۶-۷ نگهداری سیال

محتوای آب برخی از سیالات HFDU که مستعد هیدرولیز می‌باشد بهتر است تا سرحد امکان پائین نگه‌داشته شود. استفاده از روش‌های عملی حذف آب مانند آب‌زدایی درخلأ، برای چنین سیالاتی مناسب می‌باشد. مانند تمام انواع سیالات یک برنامهٔ نظارتی منظم بر خواص سیال، تضمین کنندهٔ بیشترین طول عمر سیستم و کوتاه‌ترین دورهٔ خرابی آن می‌باشد.

۶-۲-۶-۸ صاف کردن

بسیاری از بسترهای مناسب فیلتراسیون روغن‌های معدنی می‌تواند برای سیالات HFDU به کار رود. توصیه می‌شود از سازندهٔ صافی دربارهٔ سازگاری چسب‌های به کار رفته در ساختار کارتریج صافی با سیال انتخاب شده سؤال شود. درجه‌بندی فیلتر بستگی به کاربرد و الزامات سیستم دارد.

۶-۲-۶-۹ دفع

طول عمر سیال HFDU بستگی به کاربرد و راهکارهای نگهداری آن در محل دارد. برای سیال غیرقابل بازیافت، بهتر است از پیمانکاران مجاز در این زمینه بهره گرفت تا بصورت ایمن و احتمالاً به روش سوزاندن، آنها را دفع نماید.

۷ نصب و راه‌اندازی مدارهای هیدرولیکی

۷-۱ مخزن

مخزن مورد نیاز ضمن این که با یک صافی هواگیری مناسب تجهیز شده است، ابعاد آن به اندازه‌ای بزرگ است که تهویهٔ هوا در آن به خوبی انجام می‌شود. یک درپوش چفت که به خوبی نشت‌بندی شده است، تبخیر آب را از سیالات رده‌های HFAE، HFAS، HFB و HFC محدود نموده و همچنین ورود آلاینده‌ها را

محدود می‌کند. لولهٔ برگشتی سیال به منظور جلوگیری از ایجاد کف باید در زیر محل حداقل سطح مجاز سیال قرارگیرد.

جهت کمک به هواگیری سیال، خط مکش سیال تا جایی که ممکن است باید دور از لولهٔ برگشتی سیال باشد.

۷-۲ لوله‌کشی و شیلنگ‌ها

در طراحی و ویژگی‌های لوله‌ها و شیلنگ‌ها، چگالی بالاتر بیشتر سیالات مقاوم در برابر آتش و همچنین گرانروی افزایش یافتهٔ سیالات HFDR در دماهای پائین اهمیت خاصی دارند.

افت فشار سیال در طول مسیر خطوط لوله باید در مرحله طراحی و در انتخاب نوع سیال مقاوم در برابر آتش مد نظر قرار گیرد.

۷-۳ مکش پمپ

سرعت جریان عبور از لوله‌های مکش نباید بیشتر از ۱ m/s باشد و برای سیالات رده‌های HFAE، HFAS، HFB و HFC فشارهای ورودی پمپ نباید زیر فشار اتمسفر باشد. شرایط ایجاد فشار مثبت (بیشتر از فشار اتمسفر) در ورودی پمپ مفید است.

۷-۴ پالاینده‌ها[1] و صافی‌ها

اندازهٔ پالاینده‌ها و صافی‌های سیالاتی که در حالت سرد، چگالی یا گرانروی بالایی دارند، براساس توصیه‌های تامین‌کننده صافی تعیین می‌شود. اندازه‌بندی صافی‌ها برای سیالات HFAE و HFAS نباید به سادگی و بر اساس گرانروی سیال باشد. اگر اساس محاسبات برای این دسته از سیالات گرانروی و حداکثر افت فشار برای سیالِ تمیز توسط تأمین کنندهٔ صافی توصیه شده باشد، نتیجهٔ آن مجموعهٔ صافی‌هایی کوچکتر از اندازهٔ مورد نظر است. این موضوع منجر به کاهش نسبی طول عمر کارتریج و ریسک آسیبِ فرسایشی بستر فیلتراسیون می‌شود. اندازه‌بندی یک صافی بر اساس سیالی با گرانروی (۳۰ mm^2/s) ۳۰ cSt است که نتیجهٔ آن معمولاً یک صافی با اندازه‌بندی قابل قبول می باشد.

پالایش دقیق تنها باید در خطوط برگشتی یا خطوط فشار گنجانده شود. درصورت نیاز به گنجاندن یک پالاینده در لوله مکش پمپ، اندازه و درجه‌بندی آن برای به حداقل رساندن کاهش فشار در مدخل ورودی پمپ باید مناسب باشد. بدین ترتیب خطر خلازایی در پمپ کاهش می‌یابد.

صافی‌های جاذب مانند خاک فعال و مبادله کننده یونی به طور معمول برای سیالات مقاوم در برابر آتش مناسب نیست. با این حال ممکن است کنترل محصولات حاصل از تخریبِ اسیدی توسط چنین بسترهایی،

1- Strainers

برای سیالات ردهٔ HFDR و برخی از سیالات ردهٔ HFDU مفید باشد و در صورت نصب آنها باید توصیه‌های تامین‌کنندگان سیال و صافی بررسی شود.

۷-۵ عملکرد تجهیزات

در حالی که فرض می‌شود عملکرد روانکاری برخی از سیالات مقاوم در برابر آتش اگر بهتر از روغن‌های معدنیِ تماماً فرموله شده نباشد حداقل به خوبی آنها است، اما بیشتر این سیالات دارای عملکرد ضعیفی در این راستا هستند. در چنین مواردی ممکن است لازم باشد اجزای مدار هیدرولیکی از درجهٔ پائینی انتخاب شود یا آنها به طور مناسبی اصلاح شود تا عمر سرویس‌دهی رضایت‌بخشی به دست آید.

حین طراحی تجهیزات جدید هیدرولیک جهت عمل کردن با سیالات مقاوم در برابر آتش، که روان‌کنندگی کاهش یافته و/یا گرانروی بسیار پایینی دارند، توصیه می‌شود تا با سازندگان تجهیزات و تامین‌کنندگان سیال مشورت شود.

۸ تغییر سیال در یک سیستم هیدرولیک

۸-۱ کلیات

فرآیند تغییر سیال در یک سیستم هیدرولیک، صرف نظر از نوع سیالی که پیشتر در سیستم به کار رفته و ردهٔ سیالی که جایگزین می‌شود، تقریبا بر یک اساس صورت می‌گیرد.

ابتدا مدار هیدرولیک تا حدی که ممکن است باید به طور کامل تخلیه شود. در صورت نیاز نشت‌بندها، واشرها و غیره نیز باید با مواد سازگار با سیال جایگزین تعویض شود. چنانچه کارتریج‌های موجود با سیال جایگزین سازگاری نداشته باشد، صافی‌ها باید تعویض شود. به منظور خارج کردن سیال به دام افتاده در لوله کشی، ممکن است نیاز به باز کردن قطعات سیستم از هم باشد.

همچنین ممکن است نیاز به تغییر اندازه شیلنگ‌ها و لوله‌ها باشد به ویژه در خطوط مکش پمپ، جایی که باید از فشار زیرمحیطی[1] اجتناب شود. اگر این تغییر از سیالی با عملکرد روانکاری خوب و گرانروی عادی، به سیالی با عملکرد روانکاری ضعیف و/یا گرانروی بسیار پائین باشد، جایگزینی بسیاری از اجزاء (پمپ‌ها، شیرها و غیره) با واحدهای معادل در نظرگرفته شده برای سیال جدید ممکن است ضرورت داشته باشد.

بهتر است سیستم را با یک مقدار حداقلی از سیالِ جایگزین یا یک سیال ویژهٔ فلاشینگ (به زیربند ۸-۳-۱ مراجعه شود) پر کرده و با حداقل فشار راه‌اندازی شود تا ته مانده‌ها از سیال قبلی معلق شده و با استفاده از سیستم فلاشینگ شسته شود. به منظور حذف هرگونه رسوبات از سطوح داخلی لوله‌کشی، بهتر است از جریان متلاطم استفاده شود. سیالِ فلاشینگ سریعاً و به طور کامل تخلیه شده و سیستم با سیال جدید پر

1- Sub-ambient

می‌شود. نظارت مستمر سیستم پس از تغییر سیال جهت اطمینان از سطح آلودگی سیال قبلی در حدود قابل قبول، ضرورت دارد. چنانچه سطح آلودگی شروع به تاثیرگذاری نامطلوب بر روی ویژگی‌ها و عملکرد سیال جدید نماید، ممکن است نیاز به تخلیه و پرکردن دوبارهٔ سیستم باشد.

۸-۲ شستشو و تخلیه مدار

۸-۲-۱ رعایت ترتیب مراحل زیر الزامی نبوده ولی بسیاری از آنها در برخی از مراحل تخلیه مدار ضروری به نظر می رسد. با این حال پیش از اجرای این روش بهتر است در صورتی که دستورالعمل مکتوب در دسترس باشد، با سازندهٔ تجهیزات مشورت شود.

۸-۲-۲ مخزن را در پائین‌ترین نقطهٔ قابل دسترس تخلیه نمائید. این نقطه می‌تواند یک شیر یا مدخل برای تخلیه آب جمع شده یا یک اتصال برای جایگزینی منظم سیال باشد.

۸-۲- ۳ سیستم را از پائین‌ترین نقطهٔ آن در لوله کشی تخلیه کنید. مخزن را دوباره تخلیه نموده و تا حد امکان سیال باقیمانده را خارج کنید. در این موارد استفاده از یک جاروی مکنده با این ویژگی‌ها مطلوب است. رسوبات باقی مانده بر دیوارهٔ مخزن بهتر است با دستمال‌های جاذبِ بدون پرز پاک شوند. باید توجه کرد که تمیزکردن با دست درون فضای بستهٔ یک مخزن، کاری بالقوه خطرناک است که باید به افراد ماهر سپرده شود.

۸-۲-۴ درصورت امکان لوله‌ها و شیلنگ‌ها را جدا کرده و به درون آنها هوای فشرده با فشار پائین بدمید. نقطهٔ شبنم هوا باید پائین‌تر از دمای محیط باشد تا از تشکیل قطرات آب در اثر هوای دمیده شده در درون خطوط هیدرولیک جلوگیری شود.

۸-۲-۵ جمع‌آوری کننده‌ها[1]، سیلندرهای هیدرولیک، پمپ‌ها و موتورها را تخلیه نموده و در صورت لزوم آنها را از هم جدا کرده و تمیز نمائید. اجزایی را که عملکرد متناسب با سیال جایگزین شده ندارند، تعویض کنید.

۸-۲-۶ تمام پالاینده‌ها و صافی‌ها را از هم جدا کرده و تمیز نمائید. عناصر صافی را جایگزین کرده، از سازگاری کارتریج‌های جدید با سیال جایگزین شده و صحت مشخصات آن اطمینان حاصل کنید.

۸-۲-۷ قطعات حساس مانند شیر سروو[2] را باز و آنها را در یک محیط پاکیزه تعمیرکرده دوباره سوار کنید. در این مورد از حلال‌های هالوژنه استفاده نکنید.

۸-۲-۸ تمامی مواد ساختاریِ ناسازگار و نشت‌بندهای نامناسب را به صورت منظم در کل سیستم جایگزین کنید. اگر سیال اولیه روغن معدنی باشد، اغلب لاستیک آکریلونیتریل- بوتادی‌ان (NBR) با

1-Accumulators
2-Servo-valve

محتوای بالای نیتریل سیال جایگزین مناسبی می‌باشد. توجه داشته باشید که NBR برای سیالات HFDR، و لاستیک فلورینه (FKM) عموما برای سیالات HFC مناسب نیستند. در صورت وجود هرگونه شبهه در مورد ماهیت نشت‌بندها یا بسته‌بندی اصلی، بهتر است آنها را جایگزین کنید.

۸-۲-۹ سیستم را دوباره سوار کرده، مطمئن شوید که تمام قطعات به طور صحیح نصب گردیده و همه اتصالات به درستی صورت گرفته اند. در صورت امکان، قطعات فلاشینگ را در محل اجزای حساس، مانند شیر سروو، محکم کنید.

۸-۳ فلاشینگ و تخلیهٔ مدار

۸-۳-۱ برای عملکرد ایمن سیستم، مدار را با حداقل مقدار سیال جایگزین پر نموده و نشت‌های عمده را بررسی کنید. برخی از سازندگان ممکن است سیال شستشوی فشار قوی ویژه‌ای را توصیه کنند که در هر صورت بهتر است به توصیه آنها عمل شود. بهتر است پالایش سیال در درون سیستم و با استفاده از صافی‌های پرکننده انجام شود. درجه‌بندی زدایش این صافی‌ها مناسبِ قطعات و نیازهای مدار بوده و حداقل به اندازهٔ صافی‌های سیستم ریز می‌باشد.

۸-۳-۲ سیستم را با حداقل بارگذاری به کار اندازید. ترجیح داده می‌شود فشارها در ابتدای کار کاهش یابد. در صورت نیاز شیرهای اطمینان را تنظیم کنید. بهتر است تمام قسمت‌های سیستم چنان کارکنند که کل خطوط و لوله‌کشی‌ها با فشار شسته شوند. در صورت امکان از تنظیمات شیرهای اطمینان بکاهید تا شستشوی خطوط تخلیه از این شیرها با فشار انجام شود. برای حصول شرایط جریان متلاطم، بهتر است سرعت سیال در لوله کشی افزایش یابد. جریان متلاطم، زدایش رسوبات از سطوح داخلی لوله‌ها و اتصالات را تسهیل می کند.

پس از پخش بخش عمده‌ای از ته‌مانده‌ها از سیال اولیه به درون مایع فلاشینگ، فشار سیستم را باید افزایش داد تا به طور عادی کار کند. برای شسته شدن اجزایی مانند جمع‌کننده‌ها، ممکن است ازکارانداختن و راه اندازی چندین بارهٔ سیستم ضرورت داشته باشد. سیستم باید در یک بازهٔ زمانی بطور مداوم کار کند. برای یک مدار بسیار ساده معمولا ۴ h و برای مدارهای پیچیده‌تر بیش از ۲۴ h کافی می‌باشد. در صورت به کار رفتن اجزاء فلاشینگ، قطعات را پس از یک دورهٔ مناسب شستشو دوباره در جای خود محکم کنید. در صورت لزوم با سازندگان سیستم مشورت نمائید.

بر صافی‌های سیستم نظارت نموده و در صورت گرفتگی هر کدام از آنها سریعاً کارتریج‌های جایگزین را نصب کنید تا با گردشِ دوباره آلودگی‌های ذره‌ای موجب باز پس خوردن صافی[1] و کاهش کیفیت حفاظت و نگهداری نشود.

1-Filter-bypass

۸-۳-۳ مطابق روش شرح داده شده در زیربند ۸-۲ سیستم را متوقف نموده و بلافاصله و به طور کامل آن را تخلیه کنید. تعویض مجدد نشت‌بندها ضرورت ندارد، اما توصیه می‌شود تمام کارتریج‌های صافی سیستم یک بار دیگر جایگزین شوند.

توجه داشته باشید لولهٔ طویل بین شیرها و استوانه‌های هیدرولیک ممکن است مانع شستشوی کافی لوله‌ها و استوانه‌ها شود چرا که در این بخش برای بازگرداندن مخلوط سیالات اصلی و جایگزین شده به مخزن، یک جریان سرتاسریِ حداقلی وجود دارد. تحت این شرایط ضرورت ایجاب می‌کند لوله کشی را از هم باز نموده و پس از جداکردن استوانه‌ها آنها را به طور موثر شستشو و تمیز کنید.

۸-۴ پرکردن و راه اندازی مجدد مدار

۸-۴-۱ مدار را با حجمی از سیال جایگزین (حجم عملیاتیِ متداول) پر کنید. این کار را با استفاده از صافی‌های پرکننده‌ای که درجه‌بندیِ زدایش آنها برابر و یا کوچکتر از صافی‌های سیستم است، انجام دهید.

۸-۴-۲ ترجیحا سیستم بهتر است برای یک دورهٔ زمانی کوتاه و تحت چرخهٔ بارگذاری پائین کار کند. پس از بازرسی کامل سیستم، فشار هر یک از شیرهای اطمینان را برای رسیدن به فشار اصلی عملیاتی یا فشارهای متناسب با سیال جایگزین دوباره تنظیم کنید.

۸-۴-۳ به منظور بررسی اثرات آلودگی با سیال اولیه، خواص کلیدی سیال را به طور منظم - برای شروع حداقل به صورت روزانه- تحت نظر داشته باشید. این ویژگی‌ها شامل شکل ظاهری، شفافیت، کف کردن و رهاسازی هوا می‌باشد. از روش‌های تجزیه‌ای ویژه برای اندازه‌گیری محتوای سیال قبلی استفاده کنید. اگر سیال اولیه روغن معدنی باشد، مقادیر ته مانده تمایل به شناور شدن بر روی سطح سیالات نوع HFA و HFC دارند که با متوقف کردن سیستم از سطح سیال در مخزن جمع آوری می‌شود. غلظت‌های پائین روغن معدنی تمایل به جذب شدن به درون سیالات HFB و بیشتر از همه سیالات HFD دارند. با این حال در صورتی که روغن معدنی به مقدار مازاد وجود داشته باشد، پایداری سیال یا مقاومت در برابر آتش می‌تواند یک مقدار میانگین داشته باشد.

هنگامی که تغییر از سیالِ محتوی آب به سیالِ غیر آبی محتوی روغن معدنی صورت گرفته باشد، نظارت کامل بر محتوای آب ضروری است. برای کاهش محتوای آب تا سطوح قابل قبول، می‌توان از کارتریج‌های صافیِ جاذب آب، افزاره‌های جذب یا تجهیزات آب‌زدایی در خلأ استفاده کرد.

۸-۴-۴ صافی‌های سیستم را از نظر انسداد زود هنگام بررسی کنید. برخی از سیالات مقاوم در برابر آتش رهاسازی آلاینده‌ها از سطوح داخلی مدار هیدرولیک را تقویت می‌کند. این آلودگی‌ها به طور موقت می‌تواند عمر صافی را کاهش دهد.

۸-۴-۵ در صورت آلودگی شدید سیال، ضرورت ایجاب می‌کند تا سیستم دوباره تخلیه و پر شود.

۸-۵ سیالات مناسب برای فلاشینگ

جدول ۲ خلاصه‌ای از سیال مناسب برای فلاشینگ، تغییرات عمده در خواص سیال و ملاحظات سازگاری هنگام تغییر نوع سیال است. جزئیات بیشتر از خواص سیال در بند ۶ شرح داده شده است، اطلاعات بیشتر در رابطه با روش‌های فلاشینگ طبق بند ۸ است.

جدول ۲- تغییر سیال در سیستم هیدرولیک

تغییر سیال		سیال فلاشینگ	تغییرات قابل توجه			ملاحظات سازگاری	
از	به		گرانروی	روانکاری	چگالی	نشت‌بندها، شیلنگ‌ها	رنگ‌ها، صافی‌ها، فلزات
روغن معدنی	HFAE/ HFAS	HFAE/ HFAS	کاهش زیاد به جز برای سیالات غلیظ شده	به طور معمول ضعیف‌تر، به خصوص در یاتاقان قطعات دوار	افزایش	AU و EU مناسب نیست	با تامین کننده سیال و صافی بررسی شود
روغن معدنی	HFB	HFB	به طور معمول مشابه	به طور معمول ضعیف‌تر- به ۶-۲-۳-۲ و ۶-۲-۳-۳ رجوع شود	افزایش ناچیز	AU و EU مناسب نیست	
روغن معدنی	HFC	HFC	به طور معمول مشابه	به طور معمول ضعیف‌تر، به خصوص در یاتاقان قطعات دوار	افزایش	AU،FKMو EU مناسب نیست	
روغن معدنی	HFDR	HFDR	به طور معمول مشابه- شاخص گرانروی ضعیف‌تر	-	افزایش	NBR مناسب نیست	
روغن معدنی	HFDU	HFDU	به طور معمول مشابه، شاخص گرانروی خوب	-	-	با تامین‌کننده سیال بررسی شود	
HFB	HFAE/ HFAS	HFAE/ HFAS	کاهش زیاد به جز برای سیالات غلیظ شده	به طور معمول ضعیف‌تر، به خصوص در یاتاقان قطعات دوار	افزایش ناچیز	-	
HFB	HFC	HFC	به طور معمول مشابه	به طور معمول ضعیف‌تر، به خصوص در یاتاقان قطعات دوار	افزایش ناچیز	FKM مناسب نیست	
HFB	HFDR	HFDR	به طور معمول مشابه- شاخص گرانروی ضعیف‌تر	بهبود یافته	افزایش	NBR مناسب نیست	
HFB	HFDU	HFDU	به طور معمول مشابه، شاخص گرانروی خوب	بهبود یافته	کمتر	با تامین‌کننده سیال بررسی شود	-
HFC	HFAE/ HFAS	HFAE/ HFAS	کاهش زیاد به جز سیالات غلیظ‌شده	با تامین‌کننده سیال بررسی شود	کمتر	-	-
HFC	HFB	HFB	به طور معمول مشابه	به طور معمول بهبود یافته	کاهش ناچیز	EPDM و لاستیک سیلیکون مناسب نیست	-
HFC	HFDR	HFDR	به طور معمول مشابه	بهبود یافته	افزایش	NBR مناسب نیست	-

تغییر سیال		سیال فلاشینگ	تغییرات قابل توجه			ملاحظات سازگاری	
از	به		گرانروی	روانکاری	چگالی	نشت‌بندها، شیلنگ‌ها	رنگ‌ها، صافی‌ها، فلزات
HFC	HFDU	HFDU	به طور معمول مشابه	بهبود یافته	کمتر یا کاهش ناچیز	با تامین‌کننده سیال مشورت شود	-
HFDR	HFAE/ HFAS	HFAE/ HFAS	کاهش زیاد به جز برای سیالات غلیظ‌شده	به طور معمول ضعیف‌تر، به خصوص در یاتاقان قطعات دوار	کاهش	AU و EU مناسب نیست	با تامین کننده سیال و صافی بررسی شود
HFDU	HFAE/ HFAS	HFAE/ HFAS	کاهش زیاد به جز برای سیالات غلیظ شده	به طور معمول ضعیف‌تر، به خصوص در یاتاقان قطعات دوار	افزایش ناچیز	AU و EU مناسب نیست	با تامین کننده سیال و صافی بررسی شود
HFDR	HFB	HFB یا روغن معدنی و بعد HFB	به طور معمول مشابه	به طور معمول ضعیف‌تر- به ۶-۲-۳-۲ و ۶-۲-۳-۳ رجوع شود	کاهش	AU و EU مناسب نیست	-
HFDU	HFB	HFB	به طور معمول مشابه	به طور معمول ضعیف‌تر- به ۶-۲-۳-۲ و ۶-۲-۳-۳ رجوع شود	کمتر	AU و EU مناسب نیست	-
HFDR	HFC	HFC	به طور معمول مشابه	به طور معمول ضعیف‌تر، به خصوص در یاتاقان قطعات دوار	کاهش	FKM، AU و EU مناسب نیست	با تامین کننده سیال و صافی بررسی شود
HFDU	HFC	HFC	به طور معمول مشابه	به طور معمول ضعیف‌تر، به خصوص در یاتاقان قطعات دوار	افزایش ناچیز	FKM، AU و EU مناسب نیست	-
HFDR	HFDU	HFDU	به طور معمول مشابه	-	کاهش	با تامین‌کننده سیال بررسی شود	-
HFDU	HFDR	HFDR	به طور معمول مشابه	-	افزایش	NBR مناسب نیست	-
HFAE/ HFAS	HFB	HFB	افزایش زیاد به جز سیالات غلیظ‌شدهٔ HFA	به طور معمول بهبود یافته	کاهش ناچیز	-	-
HFAE/ HFAS	HFC	HFC	افزایش زیاد به جز سیالات غلیظ‌شدهٔ HFA	-	کمتر	FKM مناسب نیست	-
HFAE/ HFAS	HFDR	HFDR	افزایش زیاد به جز سیالات غلیظ‌شدهٔ HFA	بهبود یافته	افزایش	NBR مناسب نیست	-
HFAE/ HFAS	HFDU	HFDU	افزایش زیاد به جز سیالات غلیظ‌شدهٔ HFA	بهبود یافته	کمتر	با تامین‌کننده سیال مشورت شود	-

۹ به کارگیری

۹-۱ برگه‌های اطلاعات ایمنی (SDS)[1]

قالب و محتوای اطلاعات ایمنی منتشر شده، در استانداردهای ملی و بین‌المللی مشخص شده است. در نتیجه برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد (MSDS)[2] یا برگه‌های اطلاعات ایمنی برای هر سیال مقاوم در برابر آتش باید در دسترس باشد. تمام کارکنانی که در طی مراحل حمل و نقل، بکارگیری، تخلیه، اختلاط (در مواقع مناسب)، نگهداری سیستم و نمونه‌برداری با این سیالات در تماس هستند باید به این اسناد دسترسی داشته باشند.

بهتر است SDS شامل اطلاعاتی در ارتباط با موارد زیر باشد:

- مشخصات فرآورده و سازنده؛
- اطلاعات مشورت با سازنده؛
- ترکیب و اطلاعات اجزاء سازنده؛
- اقدامات کمک‌های اولیه؛
- اقدامات اطفاء حریق؛
- اقدامات پخش و انتشاراتفاقی؛
- جابجایی و انبارکردن؛
- کنترل مواجهه و حفاظت شخصی.

در مواقعی که اطلاعات الزامی فهرست نشده باشد، بهتر است با تامین‌کننده سیال مشورت شود.

۹-۲ شیوه‌های به کارگیری

پیش از کار با سیال هیدرولیک مقاوم در برابر آتش، باید دربارهٔ MSDS اطلاعاتی کسب شود و همواره از یک کارگاه تمرینی خوب بهره‌مند شد.

تجهیزات حفاظت شخصی بدرستی و بر اساس توصیه‌هایی که در بخش‌های مربوطهٔ MSDS آورده شده باید انتخاب شود. حصول اطمینان از مشخصات صحیح این تجهیزات و این که در شرایط قابل بهره‌برداری قرار

1- Safety data sheets
2- Material safety data sheets

دارند ضروری است. اجتناب از تماس طولانی مدت و مداوم با سیال و رعایت استانداردهای بهداشت شخصی و بهداشت صنعتی در حد بالا ضروری است.

۹-۳ انبارکردن

سیال بلااستفاده چه به صورت فله‌ای انبار شده باشد و چه درون بشکه، باید در مقابل دماهای حدی[1] به خصوص یخزدگی، محافظت شود. بهتر است بشکه‌ها بصورت افقی در قفسه‌های مناسب انبار شوند، در غیر این صورت بهتر است آنها را رو به بالا و در زیر یک پوشش انبار نمایند تا از جمع شدن آب در لبه‌ها جلوگیری شود. در صورت عدم استفاده از بشکه‌ها، درپوش‌های آنها باید محکم بسته شوند. تمام ظروف حاوی سیالات مقاوم در برابر آتش باید به درستی با درج محتویات و تاریخ تحویل برچسب‌گذاری شوند. بهتر است ظروف نیمه‌پر انبار نشود.

از آنجایی که سیالات نوع HFA و HFB برای انبارشدن طول عمرکوتاهی دارند، به طور معمول بهتر است تا شش ماه پس از خرید به کاربرده شوند. سیالاتی که برای مدت طولانی‌تری انبار شده‌اند بهتر است پیش از استفاده از لحاظ فاسد شدن احتمالی بررسی شوند. سیالات نوع HFC و HFD که مدت زمان انبار کردن آنها طولانی‌تراست، به طور معمول بهتر است تا دو سال پس از خرید مصرف شوند. در صورت وجود هرگونه شبهه در مورد مناسب بودن سیال انبار شده جهت استفاده، باید با تامین‌کنندگان مشورت شود.

سیال کارکرده‌ای را که قرار است دفع گردد، باید در ظروفی که به طور صحیح برچسب‌گذاری شده‌اند انبار کرد و ترجیحاً در محل مجزایی از سیالاتِ استفاده نشده نگهداری نمود. علامت‌گذاری این ظروف باید به وضوح مشخص کنندهٔ آماده بودن سیال برای دفع کردن باشد.

1- Extremes of temperature

کتاب‌نامه

[۱] استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۱۲۹۸: سال ۱۳۸۸، روان‌کننده‌ها- روغن‌های صنعتی و فراورده‌های مربوطه (طبقه L)- طبقه‌بندی قسمت چهارم: خانواده H (سیستم‌های هیدرولیکی)

[2] ISO 760, Determination of water — Karl Fischer method (General method)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۴۸۱: سال ۱۳۹۲، اندازه گیری آب به روش کارل فیشر، با استفاده از استاندارد ISO 760: 1978 تدوین شده است.

[3] ISO 1629, Rubber and latices — Nomenclature

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۴۸۵۶: سال ۱۳۹۳، لاستیک و شیرابه های لاستیک -نام گذاری، با استفاده از استاندارد ISO 1629: 2013 تدوین شده است.

[4] ISO 3448, Industrial liquid lubricants — ISO viscosity classification

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۶۷۱۰: سال ۱۳۹۴، روان کننده های مایع صنعتی- طبقه بندی گرانروی، با استفاده از استاندارد ISO 3448: 1992 تدوین شده است.

[5] ISO 5598:2008, Fluid power systems and components — Vocabulary

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۸۹۱۶: سال ۱۳۸۵، سیستم های سیالی و قطعات- واژه نامه، با استفاده از استاندارد ISO 5598: 1985 تدوین شده است.

[6] ISO 6619, Petroleum products and lubricants — Neutralization number — Potentiometric titration method

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۰۳۰: سال ۱۳۸۵، فراورده های نفتی و روان کننده ها- عدد خنثی سازی- روش تیتراسیون پتانسیومتری، با استفاده از استاندارد ISO 6619: 1988 تدوین شده است.

[7] ISO 10050, Lubricants, industrial oils and related products (class L) — Family T (Turbines) — Specifications of triaryl phosphate ester turbine control fluids (category ISO-L-TCD)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۶۶۰: سال ۱۳۸۶، روان کننده ها، روغن های صنعتی و فراورده های مرتبط (طبقه L-خانواده T توربین ها) ویژگی‌های سیالات کنترل توربین، تری آریل- فسفات استر (گروه ISO-L-TCD)، با استفاده از استاندارد ISO 10050: 2005 تدوین شده است.

[8] ISO 6618, Petroleum products and lubricants — Determination of acid or base number — Colour indicator titration method

[9] ISO 3733, Petroleum products and bituminous materials — Determination of water — Distillation method

[10] ISO 12922:1999, Lubricants, industrial oils and related products (class L) — Family H (Hydraulic systems) — Specifications for categories HFAE, HFAS, HFB, HFC, HFDR and HFDU. See alsoISO 12922:1999/Cor.1:2001

[11] ISO 12937, Petroleum products — Determination of water — Coulometric Karl Fischer titration method

[12] CEN/TR 14489, Fire-resistant hydraulic fluids — Classification and specification — Guidelines on selection for the protection of safety, health and the environment