INSO
20257
1st.Edition
2016

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

استاندارد ملی ایران
۲۰۲۵۷
چاپ اول
۱۳۹۴

روش‌های تمیزکاری و درجات تمیزی برای مواد و تجهیزات مورد استفاده در محیط‌های غنی‌شده با اکسیژن- آیین‌کار

Cleaning methods and cleanliness levels for material and equipment used in oxygen-enriched environments- Standard practice

ICS: 19.040

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود وکوششی 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 وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی 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.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب ، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب ، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی 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 پیش بینی شده در قانون ، برای حمایت از مصرف کنندگان ، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی ، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی ، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید.

سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور ، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه 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 ، کالیبراسیون (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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«روش‌های تمیزکاری و درجات تمیزی برای مواد و تجهیزات مورد استفاده در محیط‌های غنی‌شده با اکسیژن- آیین‌کار»

رئیس:	**سمت و/یا نمایندگی**
قیصری، تقی (فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت فنی مهندسی سرمد تبریز
دبیر:	
سلیمانی، جابر (دکترای مهندسی کشاورزی)	شرکت اسلوب آفرینان آریا آذربایجان
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
آل‌احمدی، ام‌البنین (فوق‌لیسانس شیمی‌تجزیه)	انجمن صنفی مدیران کنترل کیفی و مسئولین فنی صنایع استان آذربایجان شرقی
اصلانی، سعید (لیسانس مهندسی‌شیمی)	پارک علم و فناوری استان آذربایجان‌شرقی
بهامین‌فر، آزیتا (لیسانس مهندسی متالورژی)	شرکت بهامین صنعت
ترکمن، لیلا (فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان‌شرقی
رنجبر، فرامرز (دکترای مهندسی مکانیک)	دانشگاه تبریز
سالک‌زمانی، علی (فوق‌لیسانس مهندسی کشاورزی)	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی

سالک‌زمانی، مریم (فوق‌لیسانس علوم تغذیه)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان‌شرقی
فداکار، رضا (دکترای شیمی‌تجزیه)	کارشناس
فرقانی، بهاره (لیسانس مهندسی‌متالورژی)	کارشناس
قدیمی، فریده (فوق‌لیسانس شیمی‌آلی)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
کبیری، رویا (دکترای شیمی)	دانشگاه تبریز
وظیفه‌خورانی، بهروز (فوق‌لیسانس مدیریت‌صنعتی)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان‌شرقی
ولی‌پور، جواد (دکترای شیمی‌تجزیه)	دانشگاه صنعتی سهند
هادی، کاظم (فوق‌لیسانس مکاترونیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان‌شرقی

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد ج
پیش‌گفتار ز
۱ هدف و دامنهٔ کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۲
۴ اصول کار ۴
۵ اهمیت آیین‌کار ۴
۶ تداخل‌ها ۵
۷ انتخاب شرایط ۷
۸ روش‌های تمیزکاری ۸
۹ برنامه‌های تمیزکاری ۲۱
۱۰ الزامات تمیزی ۲۲
۱۱ بازرسی ۲۵
۱۲ بسته‌بندی و نشانه‌گذاری بسته ۳۳
۱۳ برقراری تمیزی در اثنای مونتاژ ۳۴
۱۴ اطلاعات سفارش‌دهی ۳۵
پیوست الف (اطلاعاتی) تمیزکاری لوله‌گذاری فولاد کربنی ۳۶
پیوست ب (اطلاعاتی) تمیزکاری مس، برنج، یا فولاد زنگ‌نزن ۳۸
پیوست پ (اطلاعاتی) حذف ترکیبات سیلیکون و گریس از شیشه، چینی، و دیگر سرامیک‌ها ۳۹
پیوست ت (اطلاعاتی) حذف ترکیبات سیلیکون و گریس از آلیاژهای قلع، آلومینیم، و روی ۴۰
پیوست ث (اطلاعاتی) حذف ترکیبات سیلیکون و گریس از فولاد، آلیاژهای آهن، مس، و آلیاژهای مس ۴۱
پیوست ج (اطلاعاتی) تمیزکاری بدنهٔ رگلاتور شمش برنج ماشین‌کاری‌شده (برنج برش داده‌شده CDA-360) برای سرویس اکسیژن گازی PSIG 4500 ۴۲

پیوست چ (اطلاعاتی) تمیزکاری فولادهای آستنتینی، فریتی، ماتنزیتی، و زنگ‌نزن سخت‌شده با ترسیب ۴۳
پیوست ح (اطلاعاتی) حذف میدانی پوشش AEROCOAT AR-7 با استفاده از سیستم پاشش آب با فشار بالا ۴۴
پیوست خ (اطلاعاتی) تمیزکاری ظروف نگهداری گاز با فشار بالا ۴۶

پیوست د (اطلاعاتی) تمیزکاری ظروف نگهداری گاز با فشار بالا (ظروف اندودشده با فولاد زنگ‌نزن) ۵۱
پیوست ذ (اطلاعاتی) تمیزکاری شیلنگ‌های فولاد زنگ‌نزن پیچ‌دار ۵۶
کتاب‌نامه ۵۷

پیش‌گفتار

استاندارد «روش‌های تمیزکاری و درجات تمیزی برای مواد و تجهیزات مورد استفاده در محیط‌های پراکسیژن-آیین‌کار» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت اسلوب آفرینان آریا آذربایجان تهیه و تدوین شده است و در نودونهمین اجلاسیهٔ کمیته ملی استاندارد محیط‌زیست مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۸ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM G93: 2011, Standard practice for cleaning methods and cleanliness levels for material and equipment used in oxygen-enriched environments

روش‌های تمیزکاری و درجات تمیزی برای مواد و تجهیزات مورد استفاده در محیط‌های غنی‌شده با اکسیژن- آیین‌کار

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌ها و دستگاه‌هایی برای تمیزکاری مواد و تجهیزات مورد نظر برای سرویس در محیط‌های غنی‌شده با اکسیژن (پراکسیژن) است. مشکلات آلایش[1] که در اثر استفاده از هوای غنی‌شده، مخلوط اکسیژن با گازهای دیگر، یا سایر گازهای اکسنده پیش می‌آید، با به‌کارگیری همان روش‌های تمیزکاری که برای بیشتر مواد و تجهیزات فلزی و غیرفلزی به‌کار می‌رود، قابل رفع است.

یادآوری- مثال‌های تمیزکاری در مورد بعضی مواد، اجزا، و تجهیزات خاص همراه با روش‌های تمیزکاری در پیوست‌های الف تا ذ این استاندارد ارائه شده است.

۱-۲ این استاندارد دربرگیرندهٔ درجات تمیزی به‌کار رفته برای کاربردهای متنوع است و شامل روش‌های مورد استفاده برای دستیابی و تصدیق این درجات است.

۱-۳ این استاندارد برای فرآیندهایی بر پایهٔ مواد شیمیایی، بر پایهٔ حلال‌ها، و بر پایهٔ آب کاربرد دارد.

۱-۴ توصیه‌های این استاندارد برای انتخاب درجات تمیزی مورد نیاز برای سیستم‌های در معرض اتمسفرهای اکسیژن یا پراکسیژن، جنبهٔ اطلاعاتی دارد نه الزامی.

۱-۵ در این استاندارد، گسترهٔ مناسبی از درجات تمیزی پیشنهاد شده است که نیازهای اغلب سیستم‌ها را تامین خواهد کرد، البته به جزئیات کمّی پرداخته نشده است، چون در برخی از شرایط، درجات تمیزی بالاتری مورد نیاز است و در برخی شرایط دیگر درجات آلایش زیاد هم مجاز است.

این استاندارد برای تعیین روش‌هایی برای اندازه‌گیری یا پایش درجات تمیزی از بین روش‌های موجود، کاربرد ندارد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آنها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۶۷۸، آیین کار شستشو، رسوب‌زدایی و رویین‌سازی تجهیزات، قطعات و سیستم‌هایی از جنس فولاد زنگ‌نزن

1-Contamination

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸، کیفیت آب-مورد استفاده در آزمایشگاه‌های تجزیه-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۵۲، اتاق‌های تمیز و محیط‌های کنترل‌شده - قسمت اول: طبقه‌بندی تمیزی هوا

2-4 ASTM E1235, Test Method for Gravimetric Determination of Nonvolatile Residue (NVR) in Environmentally Controlled Areas for Spacecraft

2-5 ASTM E2042, Practice for Cleaning and Maintaining Controlled Areas and Clean Rooms

2-6 ASTM F312, Test Methods for Microscopical Sizing and Counting Particles from Aerospace Fluids on Membrane Filters

2-7 ASTM F331, Test Method for Nonvolatile Residue of Solvent Extract from Aerospace Components (Using Flash Evaporator)

2-8 ASTM G63, Guide for Evaluating Nonmetallic Materials for Oxy Oxygen Service

2-9 ASTM G88, Guide for Designing Systems for Oxygen Service

2-10 ASTM G121, Practice for Preparation of Contaminated Test Coupons for the Evaluation of Cleaning Agents

2-11 ASTM G122, Test Method for Evaluating the Effectiveness of Cleaning Agents

2-12 ASTM G125, Test Method for Measuring Liquid and Solid Material Fire Limits in Gaseous Oxidants

2-13 ASTM G127, Guide for the Selection of Cleaning Agents for Oxygen Systems

2-14 ASTM G128, Guide for Control of Hazards and Risks in Oxygen Enriched Systems

2-15 ASTM G131, Practice for Cleaning of Materials and Components by Ultrasonic Techniques

2-16 ASTM G136, Practice for Determination of Soluble Residual Contaminants in Materials by Ultrasonic Extraction

2-17 ASTM G144,Test Method for Determination of Residual Contamination of Materials and Components by Total Carbon Analysis Using a High Temperature Combustion Analyzer

2-18 CGA Pamphlet G-4.1, Cleaning Equipment for Oxygen Service3

2-19 CGA Pamphlet G-4.4, Industrial Practices for Gaseous Oxygen Transmission and Distribution Piping Systems

2-20 ARP 598, The Determination of Particulate Contamination in Liquids by the Particle Count Method4

2-21 ASTM E312, Practice for Description and Selection of Conditions for Photographing Specimens Using Analog (Film) Cameras and Digital Still Cameras (DSC)

۳ اصطلاحات و تعاریف

۳-۱

آلایش‌گر[1]

مواد مولکولی یا ریزذرات[2] ناخواسته‌ای که در صورت نشست بر سیستم‌ها یا اجزای آنها، می‌تواند تأثیر منفی یا تخریبی بر عملیات، طول عمر یا قابلیت اطمینان آنها داشته باشد.

1-Contaminant
2-Particulate matter

۲-۳

آلایش

الف- مقدار مواد مولکولی یا ریزذرات ناخواسته در سیستم است.

ب- فرآیند آلاییده‌شدن یا وضعیت آلاییده بودن را آلایش می‌گویند.

یادآوری-آلایش و تمیزی دو ویژگی متضاد هستند؛ افزایش تمیزی به معنی کاهش آلایش است.

۳-۳

کار در مجاورت مستقیم اکسیژن

منظور، کار کردن در تماس با اتمسفر پراکسیژن طی بهره‌برداری معمول است.

مثال: حلقه‌های پیستون کمپرسور اکسیژن.

۴-۳

غیرفلز

هر ماده‌ای غیر از فلز، آلیاژ غیرپلیمری، یا هر کامپوزیتی که در آن اجزای فلزی جزو آن دسته از اجزایی نیستند که به‌راحتی دچار احتراق شوند و نمی‌توان تک‌تک ترکیبات را به صورت مستقل ارزیابی کرد، از جمله سرامیک‌ها (مانند شیشه)، پلیمرهای سنتزی (مانند اکثر لاستیک‌ها، گرمانرم‌ها، و گرماسخت‌ها[1])، و پلیمرهای طبیعی (مانند لاستیک‌های طبیعی، چوب، و پارچه).

۵-۳

سازگاری با اکسیژن (سازگاری با اکسنده)

منظور، توانایی ماده برای مجاورت با اکسیژن و منبع(های) بالقوهٔ اشتعال در فشار و دمای مورد انتظار با دامنهٔ ریسک قابل قبول برای کاربر است.

۶-۳

کارکنان فنی واجد شرایط

افرادی مانند مهندسان و شیمی‌دان‌ها که در سایهٔ تحصیلات، آموزش، یا تجربه، از چگونگی به‌کارگیری اصول فیزیکی و شیمیایی حاکم بر واکنش‌های بین اکسنده‌ها و دیگر فلزات آگاه‌اند.

۷-۳

تمیزی

درجهٔ عاری بودن سیستم اکسیژن از آلایش است.

۸-۳

الیاف

ریزذرات با طول ۱۰۰ μm یا بیشتر، و نسبت طول‌به‌عرض ۱۰ به ۱ یا بیشتر است.

1-Thermosets

۹-۳

ریزذرات

واژهٔ کلی به‌کار رفته برای توصیف مواد جامد آلی یا معدنی بسیار ریز است.

یادآوری - معمولاً این مواد جامد به صورت مقدار آلایش‌گر با اندازهٔ خاص میکرومتری گزارش می‌شوند. برای آگاهی از روش تعیین اندازه ذرات و جمعیت ذرات، به روش‌های توصیف‌شده در استانداردهایASTM F312 یا ARP 598 مراجعه شود.

۴ اصول کار

۱-۴ روش‌ها، دستگاه‌ها، و واکنشگرهای عمومی برای مواد و تجهیزات تمیزکاری مورد استفاده در محیط‌های پراکسیژن در این استاندارد توصیف شده است. روش‌های اختصاصی و دقیق به این دلیل ارائه نشده است که این نوع روش‌ها به نوع آلایش‌گر و ماده‌ای که قرار است تمیز شود، مادهٔ تمیزکنندهٔ مورد استفاده، و میزان تمیزی مورد نیاز، بستگی دارد. برای دستیابی به نتایج مورد نظر، می‌توان روش‌ها را به صورت انفرادی، تلفیقی یا تکراری به کار برد. مثال‌هایی از روش‌های تمیزکاری که به صورت مؤثری برای مواد، اجزا، و تجهیزات خاص در کاربردهای معین، به کار برده می‌شوند، در پیوست‌های این استاندارد، توصیف شده‌اند. نمایه‌ای از مواد، اجزا، تجهیزات، و کاربردهای مرتبط این مثال‌ها در جدول الف۱ ارائه شده است.

۲-۴ در راستای اهداف این استاندارد، هم آلایش‌گرهای جامد و هم آلایش‌گرهای مایع در سه رده، طبقه‌بندی شده‌اند: آلی، معدنی و ریزذرات. فهرستی از درجات آلایش متداول در جدول ۱ ارائه شده است.

۳-۴ مشخصات تمیزی که در گذشته به کار گرفته می‌شد، درجات تمیزی قابل دستیابی، همراه با عواملی که تعیین‌کنندهٔ حدود بالای بالقوه برای آلایش مجاز سیستم هستند، و مشکلات عملی به‌کارگیری و دستیابی روش‌هایی برای تمیزکاری کافی سیستم‌ها ذکر شده است. غالباً مشخصات تمیزی مورد استفاده توسط تامین‌کنندگان و تولیدکنندگان از هم متفاوت است؛ بنابراین، ابلاغ و توافق دربارهٔ آن مشخصاتی که باید برای سیستم معین مورد استفاده قرار گیرد و پای‌بندی به محافظه‌کارانه‌ترین معیارها لازم است.

۵ اهمیت آیین‌کار

۱-۵ هدف این استاندارد، تربیت کارکنان فنی واجد شرایط با اطلاعات مربوط برای انتخاب روش‌های تمیزکاری مواد و تجهیزات تمیزکاری مورد استفاده در محیط‌های پراکسیژن است. این استاندارد، راهنمایی در زمینهٔ مشخصات نیازهای تمیزی سیستم‌های اکسیژن را در اختیار کارکنان فنی واجد شرایط می‌گذارد. این استاندارد درجات تمیزی را مشخص نمی‌کند.

جدول ۱ - مشخصات درجات آلایش فیلم روغن

منبع	غلظت mg/m^2
1967 Navy Standard per Presti and DeSimone [6]	۰/۱۴
NASA KSC 123 per Report MTB 306-71 [7]	۱۰/۸
Recommended by Presti and DeSimone [6]	۱۶/۱
Air Force 1950s value per LeSuer [8]	۴۳/۱
Recommended by Walde [9]	۷۵/۳
Union Carbide Guideline [10,4]	۱۰۸
Compressed Gas Association Pamphlet G-4.8 [3]	۵۰-۱۰۰
Compressed Gas Association Pamphlet G-4.1 [5]	۵۰۰

۵-۲ تمیزی ناکافی اجزای مورد استفاده در سیستم‌های اکسیژن می‌تواند منجر به اشتعال آلایش‌گرها یا اجزا بر اثر گسترهٔ وسیعی از مکانیزم‌ها از قبیل اثرات ذره‌ای، مکانیکی، یا پنوماتیکی شود. این مکانیسم‌ها با جزئیات دقیق در استاندارد ASTM G88 توضیح داده شده است.

۵-۳ کنترل کافی آلایش در سیستم‌های اکسیژن برای به‌حداقل رساندن خطرات و نقص‌های[1] اجزا که می‌تواند ناشی از آلایش باشد، ضرورت دارد. همچنین برای حصول اطمینان از خلوص قابل قبول محصول، باید آلایش به حداقل برسد.

۵-۴ حذف آلایش‌گرها از مواد و اجزا بستگی به پیکربندی سیستم، مواد سازنده، و نوع و کمیت آلایش‌گر دارد.

۵-۵ مثال‌هایی از روش‌های تمیزکاری ارائه‌شده در این استاندارد، را می‌توان برای مواد، اجزا، و تجهیزات اشاره‌شده، عیناً استفاده یا با تغییرات معینی بومی‌سازی کرد. توضیحات عمومی تمیزکاری می‌تواند برای تدوین روش‌های تمیزکاری مواد، اجزا، تجهیزات، و مواردی به‌کار رود که با جزئیات، ذکر نشده‌اند. در استاندارد ASTM G127 در مورد انتخاب مواد پاک‌کننده و روش کاربرد آنها، آگاهی‌های لازم ارائه شده است.

۶ تداخل‌ها

۶-۱ دمونتاژ[2]

۶-۱-۱ ضروری است که تک‌تک اجزا یا قطعات سیستم‌های اکسیژن، ترجیحاً قبل از مونتاژ[3] تمیز شوند. اگر از نظر نوع ساخت مقدور باشد، اجزای این سیستم‌ها باید به منظور تمیزکاری سیستم‌های مجموعه‌ای دمونتاژ شوند. شست‌وشوی سیستمی که دمونتاژ نشده است، می‌تواند آلایش‌گرها را در مناطق راکد ته‌نشین و جمع کند. مواد تمیزکنندهٔ غیرفرّار می‌تواند در فضاهای محصور باقی بمانند و بعداً با اکسیژن واکنش دهند.

1-Failurs
2-Disassembly
3-Assembly

محلول‌های تمیزکننده، می‌توانند موجب تخریب غیرفلزات در یک مونتاژ شوند. محلول‌های تمیزکنندهٔ بازی و اسیدی می‌توانند باعث خوردگی شکافی[1] در مجموعه‌ها شوند.

۶-۱-۲ محصولات ساخته‌شده (مانند شیرها، رگولاتورها، و پمپ‌ها) باید ترجیحاً قبل از مونتاژ و آزمون نهایی به‌وسیلهٔ سازنده تمیز شوند. تمامی آزمون‌ها باید چنان ترتیب داده شوند که از آلایش مجدد جلوگیری شود. سپس قطعه باید در مواد سازگار با اکسیژن (به بند ۱۲-۱ مراجعه کنید) بسته‌بندی و شناسه‌گذاری شود تا از آلایش آن‌ها در مراحل انتقال و نگهداری جلوگیری به عمل آید. خریدار باید روش تمیزکاری و بسته‌بندی را تصویب کند تا اطمینان پیدا کند که آنها الزامات سیستم را برآورده می‌کنند. ممکن است برخی از خریداران از تولیدکنندهٔ محصول بخواهند که میزان تمیزی و سازگاری با اکسیژن را در مورد همهٔ مواد سازنده اجزا گواهی کند.

۶-۲ تمیزکننده‌ها

۶-۲-۱ روش‌های تمیزکاری مکانیکی از قبیل ساینده‌پاشی[2]، تمیزکاری بشکه‌ای[3]، سنگ‌زنی، و برس‌زدن سیمی، خیلی تهاجمی هستند و باید از آن‌ها در اقلام ماشین‌کاری‌شدهٔ نهایی اجتناب شود. چنین روش‌هایی می‌توانند به سطوح آب‌بندی آسیب برسانند، پوشش‌های محافظتی و لایهٔ حاصل از کارسختی فلزات[4] را از بین ببرند. باید سطوح حساس قبل از به‌کار بردن روش‌های تمیزکاری مکانیکی، محافظت شوند.

۶-۲-۲ اگر به محض تکمیل فرآیند تمیزکاری، تمیزکننده‌های شیمیایی، چه اسیدی و چه بازی، خنثی نشوند، می‌توانند به قسمت‌های فلزی آسیب برسانند. خوردگی، تردشدگی[5]، یا دیگر تغییرات سطحی، از اثرات جانبی بالقوه زیان‌بار مواد تمیزکنندهٔ شیمیایی محسوب می‌شوند. بروز خوردگی شکافی و خوردگی بین‌دانه‌ای روی سطوح آب‌بندی می‌توانند صافی لازم را برای درزبندی آن قطعه از بین ببرد. برای آگاهی از روش‌های مورد استفاده برای ارزیابی تمیزکننده‌ها به‌منظور استفاده در مواد مختلف به‌کار رفته در مجاورت اکسیژن، به استانداردهای ASTM G122 و ASTM G127 مراجعه کنید.

۶-۲-۳ محلول‌های تمیزکنندهٔ بر پایهٔ حلال‌ها، اغلب به پلاستیک‌ها و الاستومرها آسیب می‌رسانند. باید از سازنده مشورت گرفت یا باید نمونه‌هایی از قطعات را مورد آزمون قرار داد، تا اطمینان حاصل شود که حلال‌ها برای اقلامی که تمیز می‌شوند، مخرب نیستند.

۶-۳ روان‌کننده‌ها

۶-۳-۱ معمولاً از روان‌کننده‌ها در اجزای مکانیکی، مانند واشرها (کاسه‌نمد، پکینگ، و ...)، رزوه‌ها، و سطوح متحرک استفاده می‌شود. باید با سازنده در باره تعیین نوع روان‌کنندهٔ اصلی مورد استفاده در اقلام مشورت شود تا اطمینان حاصل شود که محلول‌های تمیزکننده و روش‌های انتخاب‌شده در حذف روان‌کننده مؤثر هستند و به اجزا آسیب نخواهند رساند.

1-Crevice corrosion
2-Abrasive blasting
3-Tumbling
4-Work-harden metals
5-Embrittlement

۶-۳-۲ باید روان‌کننده‌های سازگار با اکسیژن مطابق با استاندارد ASTM G63 انتخاب شوند. همچنین باید با سازندهٔ اجزا مشورت شود تا اطمینان حاصل شود که روان‌کنندهٔ انتخاب‌شده روانی کافی را برای عملکرد اجزا فراهم خواهد کرد. روان‌کننده‌های سازگار با اکسیژن، نسبت به روان‌کننده‌های متداول، تفاوت قابل توجهی از نظر ویژگی‌های روان‌کنندگی دارند.

۶-۴ الزامات محیطی و مونتاژ

۶-۴-۱ تجهیزات مورد نظر برای کار در مجاورت اکسیژن، باید در تمامی مراحل روش تمیزکاری، با دقت جابه‌جا و دستکاری شود. محیط باید تمیز و عاری از گردوغبار باشد. سنگ‌زنی، جوش‌کاری، و سنباده‌کاری[1] باید در آن نزدیکی‌ها ممنوع باشد. قطعات پس از تمیز شدن، نباید در فضای بازِ محافظت‌نشده، قرار بگیرند. باید دقت کرد که از آلایش با ته‌نشست‌های روغن حاصل از ماشین‌های دوّار یا آئروسل‌های روغنی در هوا جلوگیری به‌عمل آید. سطوح قسمت‌هایی که در تماس مستقیم با اکسیژن خواهند بود، نباید لمس شوند (مگر با دستکش‌های تمیز یا وسایل جابه‌جا کردن).

۶-۴-۲ ممکن است در برخی موارد، لازم باشد که در «اتاق‌های تمیز با جریان لایه‌ای»، تمام هوای ورودیاتاق تصفیه شود. در اتاق‌های تمیز با جریان افقی، قطعات در چند مرحله تمیز می‌شوند. در هر مرحله، هوای محیط تمیزتر و به شرایط منبع هوای تصفیه‌شده نزدیک‌تر می‌شود تا نهایتاً قطعات و محیط به‌طور پیوسته تمیز شوند. در اتاق‌های تمیز با جریان عمودی لایه‌ای، چنین ترتیباتی برای تمیزکاری مهم نیست. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱-۶۲۵۲ مراجعه کنید.

۷ انتخاب شرایط

۷-۱ عواملی که باید قبل از انتخاب روش‌های تمیزکاری مد نظر قرار گیرند، عبارتند از:

۷-۱-۱ نوع آلایش‌گر، که می‌تواند معدنی، آلی، ریزذرات، فیلم، یا سیال باشد،

۷-۱-۲ مادهٔ پایه یا پوشش قطعه‌ای که باید تمیز شود،

۷-۱-۳ شرایط اولیهٔ قطعه‌ای که باید تمیز شود،

۷-۱-۴ تمیزی نهایی الزام‌شده برای قطعه،

۷-۱-۵ اثرات زیست‌محیطی و دفع قانون‌مند پسماندهای خطرناک که بر اثر روش تمیزکاری، محلول‌ها، و واکنشگرهای مورد نیاز، به کار رفته ایجاد می‌شوند،

۷-۱-۶ معقول بودن هزینهٔ روش تمیزکاری الزام‌شده،

۷-۱-۷ تاثیرات روش‌های تمیزکاری انتخاب‌شده از قبیل تمیزکاری مکانیکی، شیمیایی و گرمایی و غیره بر روی قطعه‌ای که باید تمیز شود،

۷-۱-۸ سهولت تمیزکاری (پیکربندی قطعه).

1-Sanding

۸ روش‌های تمیزکاری

۸-۱ کلیات

۸-۱-۱ روش تمیزکاری، روش(هایی) هستند که از طریق مجاورت همهٔ سطوح اجزای مورد نظر به‌کار گرفته می‌شود. همان طور که در بند ۶-۱ بیان شد، تمیزکاری مواد و تجهیزات در نظر گرفته‌شده برای استفاده در محیط‌های پراکسیژن باید با دمونتاژ کردن تا رسیدن به همهٔ قطعات منفصله شروع شود. هنگامی که اجزا از هم جدا شدند، قطعات باید مطابق با روش تمیزکاری، گروه‌بندی شوند. روش‌های توصیف‌شده برای اکثر فلزات به‌کار برده می‌شوند، اما برای غیرفلزات که طبق بندهای ۶-۲-۱ و ۶-۲-۲ مستلزم توجه ویژه‌ای هستند، باید احتیاط‌های ویژه‌ای اعمال شود.

۸-۱-۲ روش‌های تمیزکاری را می‌توان به‌صورت مکانیکی، شیمیایی، یا هر دوی آن‌ها طبقه‌بندی کرد. برخی عملیات تمیزکاری با تلفیق روش‌های مکانیکی و شیمیایی بهبود می‌یابند، مانند هم‌زدن مکانیکی یک محلول شیمیایی.

یادآوری- در هر دو نوع تمیزکاری بازی و اسیدی، از مواد و محلول‌های خطرناک استفاده می‌شود. استفاده از پوشش کامل محافظ مشتمل بر دست‌کش‌ها و محافظ صورت، توسط متصدیان تمیزکاری الزامی است. دفع محلول‌های تمیزکاری مصرف‌شده باید مطابق قوانین مربوط انجام گیرد. باید قبل از به‌کار بردن مواد خطرناک، برگهٔ داده‌های ایمنی ماده (MSDS)[1] بررسی و کنترل‌های لازم اعمال شود.

۸-۲ تمیزکاری مکانیکی

در این روش‌ها، از نیروهای اعمال‌شده به صورت مکانیکی برای حذف آلایش‌گرها از اجزا استفاده می‌شود. مثال‌هایی از روش‌های تمیزکاری مکانیکی عبارتند از: ساینده‌پاشی (شن‌پاشی و ...)، سنگ‌زنی (هرگونه ساب‌زنی مانند ساییدن با چرخ‌سنبادهٔ دستی یا کف‌ساب)، تمیزکاری بشکه‌ای، نمدسابی[2]، و فراصوت‌دهی[3]. جزئیات این‌ها و دیگر روش‌ها به شرح زیر است.

۸-۲-۱ تمیزکاری ساینده‌پاشی

۸-۲-۱-۱ در تمیزکاری با ساب‌زنی، برای زدودن پوسته، زنگ، رنگ، و دیگر مواد خارجی، ذرات ساینده با شدت به‌سطوح مورد نظر پاشیده می‌شود. ساینده می‌تواند به صورت خشک یا معلق در مایع باشد. سیستم‌های متنوعی برای پرتاب کردن ساینده‌ها به کار می‌روند، از نوع شن‌پاش پره‌ای یا پره‌پارویی بی‌باد، نازل‌های ساینده‌پاش بادی، و نازل‌های ساینده‌پاش مکشی (تلقیحی). گازهای رانش‌گر[4] باید از نظر عاری بودن از روغن، تصدیق شوند.

۸-۲-۱-۲ ریزذرات سایشیِ متداول به صورت ساچمه یا برادهٔ فلزی، ماسه‌های طبیعی، براده‌های اکسیدی ساخته‌شده، براده‌های کاربیدی، پوسته گردو، و مهره‌های شیشه‌ای است. ریزذرات سایشی مورد استفاده باید

1-Material safety data sheet
2-Swabbing
3-Ultrasonication
4-Propellant gases

از نوعی باشند که پس از تمیزکاری مورد نظر، ته‌نشستی به جای نگذارند که نتوان آنها را با عملیات تکمیلی مانند دمش سریع، مکش، و زدایش[1]، حذف کرد.

۸-۲-۱-۳ لازم است مواظب بود که روش تمیزکاری تعیین‌شده، مانند شن‌پاشی یا سنباده‌زنی، باعث برداشته‌شدن مواد و به‌هم خوردن رواداری‌های ابعادی یا هندسی سطوح مورد نظر نشود.

۸-۲-۱-۴ در برخی موارد، تمیزکاری به روش شن‌پاشی موجب ایجاد تنش‌های فشاری باقیمانده در سطوح اجزای فلزی خواهد بود. گرچه این تنش از نظر استحکام خستگی سودمند است، ممکن است برای ویژگی‌های دیگر مواد اجزا مانند ویژگی‌های مغناطیسی و الکتریکی زیان‌بار باشد.

یادآوری- استفاده از دست‌کش‌های حفاظتی، پیش‌بندها، محافظ‌های صورت، و تجهیزات تنفسی توصیه می‌شوند مگر این که تمیزکاری شن‌پاشی درون جعبه انجام شوند. از جمله مخاطرات بهداشتی بلادرنگ، وارد شدن ذرات سایشی به چشم‌ها و پوست است. اختلالات تنفسی ایجادشده بر اثر استنشاق ریزذرات را نیز می‌توان به عنون خطر بلندمدت مثال زد.

۸-۲-۲ تمیزکاری با برس سیمی یا ساب‌زنی

۸-۲-۲-۱ روش‌های برس‌زنی یا ساب‌زنی اساساً تلفیقی از برس برقی[2] یا برس پرشده با الیاف غیرفلزی، یا چرخ ساینده است. این روش‌ها برای حذف پوستهٔ اضافی، سربارهٔ جوش، زنگ، فیلم‌های اکسیدی، و دیگر آلایش‌گرهای سطحی به کار می‌روند. برس‌های سیمی می‌توانند به صورت خشک یا تر مورد استفاده قرار گیرند. شرایطِ تر هنگامی ایجاد می‌شود که برس‌ها همراه با محلول‌های تمیزکاری بازی یا آب‌کشی با آب سرد، به کار گرفته می‌شوند.

۸-۲-۲-۲ هنگام استفاده از این روش‌های مکانیکی، ممکن است ذرات مادهٔ سنگ‌زنی یا برس‌زنی در سطح تمیزشونده فرو برود و جاگیر شود. انتخاب برس تمیزکاری بستگی به مادهٔ سازندهٔ اجزا یا سیستم دارد. برس‌های غیرفلزی برای اکثر مواد تمیزشونده مناسب هستند. برس‌های فولادکربن نباید برای آلیاژهای آلومینیمی، مسی، و فولاد زنگ‌نزن مورد استفاده قرار گیرند. هر برس سیمی که قبلاً برای اجزا یا سیستم فولادکربن به کار گرفته شده است، نباید متعاقباً برای آلومینیم یا فولاد زنگ‌نزن به کار برده شود. کاربر باید بداند که برس سیمی و سنگِ ساب می‌تواند بر ابعاد، رواداری‌ها، و پرداخت سطح تاثیر بگذارد.

۸-۲-۳ تمیزکاری بشکه‌ای

در این روش، که به آن تمیزکاری فله‌ای نیز گفته می‌شود، قطعات درون بشکهٔ چرخان (به صورت افقی یا غیرافقی) یا کاسه‌های ارتعاشیِ[3] حاوی محلول ساینده یا تمیزکننده غلتانده شده یا در معرض ارتعاش و تماس با آن مواد قرار می‌گیرند. کار، چرخش، یا ارتعاش باعث حرکت نسبی بین اجزای تمیزشونده و محیط ساینده یا محلول تمیزکننده می‌شود. در این روش می‌توان از ساینده‌های خشک یا تر استفاده کرد. اندازهٔ قطعه می‌تواند از قطعات ریختگی بزرگ تا قطعات ابزار دقیق متغیر باشد، اما باید از اختلاط اجزای متفاوت در یک بشکه اجتناب شود، زیرا ممکن است برخورد یک قطعه به قطعهٔ دیگری از نوع متفاوت، به آن آسیب

1-Purging
2-power-driven wire
3-Vibratory tubs

برساند. از تمیزکاری بشکه‌ای می‌توان برای پوسته‌زدایی، پلیسه‌گیری[1]، صیقل‌کاری[2]، و شست‌وشوی عمومی استفاده کرد. برخی از عواملی که در تمیزکاری بشکه‌ای باید در نظر گرفته شوند، عبارتند از: اندازه و شکل قطعات، نوع و اندازهٔ ساینده، مقدار بار، سرعت چرخشی بشکه، و سهولت جداسازی قطعات از مواد ساینده.

۸-۲-۴ تمیزکاری با نمدسابی، پاشش، و غوطه‌وری

هر یک از این روش‌های اِعمال محلول‌های تمیزکاری به سطوح اجزا، دارای مزایای خاص خود است. نمدسابی عموماً برای تمیزکاری مناطق کوچک انتخاب‌شده از قطعات یا اجزا به‌کار برده می‌شود. پاشش و غوطه‌وری برای تمیزکاری کلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این روش‌ها عموماً با روش‌های تمیزکاری بازی، اسیدی، یا روش‌های حلالی بحث‌شده در بندهای بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۸-۲-۵ خلأدهی و دمش

این روش‌ها با اعمال جریان‌هایی از هوا یا نیتروژن تمیز، خشک و عاری از روغن، آلایش‌گرها را از اجزا می‌زدایند. از این روش‌ها می‌توان برای زدودن خاک سست، سرباره، پوسته‌ها، و ذرات مختلف استفاده کرد، اما برای حذف اکسیدها، گریس‌ها، و روغن‌های سطحی مناسب نیستند.

۸-۲-۶ تمیزکاری با سنبه‌رانی[3]

لوله‌های پیوستهٔ بلند را می‌توان به صورت درجا[4] با استفاده از «شوشه‌ها»[5]، که به صورت سنبه‌هایی با درزبندی‌های محیطی هستند، تمیز کرد که با وارد کردن به‌داخل لوله و راندن آن با استفاده از فشار گاز (نوعاً نیتروژن) از یک سر لوله تا سر دیگر، انجام می‌گیرد. شوشه‌ها را می‌توان به ناخنک[6] یا برس‌های سیمی مجهز کرد یا به صورت دوتایی وارد کرد طوری که گلوله‌های الیاف اشباع‌شده از مواد تمیزکنندهٔ مایع بین آنها قرار گرفته باشد. به‌این‌ترتیب، با استفاده از چهار شوشه می‌توان سه گلوله اسفنجی یا الیافی جدا از هم را که حاوی محلول‌های مختلفی هستند، در داخل لوله حرکت داد تا درجات مختلفی از تمیزکاری و شست‌وشو را ایجاد کنند. باید از مناسب بودن مکانیکی و شیمیایی حلال‌ها، ناخنک‌ها، و برس‌های سیمی با شرایطی که در بندهای ۸-۲-۲ و ۸-۳ تشریح شده است، اطمینان حاصل کرد.

۸-۲-۷ تمیزکاری با فراصوت‌دهی

برای ایجاد آغشتگی قطعه با مواد تمیزکاری، می‌توان از انرژی امواج فراصوت با گسترهٔ متنوعی از مواد شیمیایی تمیزکاری استفاده کرد. ویژگی ارتعاشی امواج فراصوت به حذف ذرات چسبیده با چسبندگی ضعیف و ذرات محبوس در لایهٔ سطحی مواد جامد کمک می‌کند. این روش اساساً برای تمیزکاری با حلال قطعات کوچک، قطعات فلزات گرانبها، و اجزایی که باید به‌شدت تمیز شوند، به کار برده می‌شود. برای آگاهی از روش تمیزکاری با امواج فراصوت، به استاندارد ASTM G131 مراجعه کنید.

1-Deburring
2-Burnishing
3-Pig cleaning
4-In situ
5-Pigs
6-Scraper

۸-۳ تمیزکاری با آب

۸-۳-۱ روش‌های زیر به برهم‌کنش بین محلول تمیزکننده و آلایش‌گرها یا سطوح اجزا به منظور زدودن آسان آلایش‌گرها با روش‌های مکانیکی مکمل، مبتنی است. معمولاً این برهم‌کنش‌ها از نوع فعال‌سازی سطح، تجزیهٔ فیزیکی یا شیمیایی آلایش‌گر، تبدیل اکسید، و تبدیل‌های آب‌گریز یا آب‌دوست باشد. به منظور جلوگیری از واکنش بین عوامل تمیزکاری، آب مورد استفاده برای رقیق‌سازی و شست‌وشوی مواد شیمیایی تمیزکاری باید به تمیزی یا تمیزتر از درجهٔ تمیزی مورد نظر و عاری از آلایش‌گرها، باشد. آب باید معادل آب درجهٔ دو استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸، بدون آنالیز سیلیکا، یا بهتر از آن باشد. ممکن است برای کاربردها یا سیستم‌های تمیزکاری خاص، استفاده از آب با مقاومت ویژهٔ بیشتر الزام شده باشد.

۸-۳-۲ تمیزکاری با آب گرم

تمیزکاری با آب ولرم تا نسبتاً گرم، به همراه شوینده، و هم‌زن مکانیکی، آلایش ریزذرات و آلی درشت را از قطعات می‌زداید. تجهیزات مورد استفاده در حین تمیزکاری با آب گرم معمولاً یک سیستم پاششی و بشکه‌ای با هم‌زن محلول یا بدون آن است. تمیزکاری با آب گرم همراه با شوینده زمانی به‌کار گرفته می‌شود که برای شناور کردن و زدودن آلایش‌گرها استفاده از بخار آب، الزام نشده باشد. برای حصول اطمینان از تماس کافی بین سطوح قطعات و محلول، باید ملاحظاتی در مورد اندازه، شکل، و تعداد قطعات در نظر گرفته شود. باید دمای محلول‌ها به میزان توصیه‌شده توسط سازندهٔ مواد تمیزکننده برسد. با استفاده از فشار آب گرم یا سرد با سرعت و مقادیر کافی، قبل از این که مواد تمیزکننده زمان کافی برای ترسیب داشته باشند، آلایش‌گرهای محلول در آب، به بهترین شکل زدوده می‌شوند. سپس قطعات با دمش نیتروژن یا هوای خشک عاری از روغن که می‌توان آن را برای کوتاه‌کردن دمای خشک‌شدن گرم کرد، خشک می‌شوند.

۸-۳-۳ تمیزکاری با بخار آب

تمیزکاری با بخار آب، آلایش‌گرهای آلی و ریزذرات را با استفاده از فشار، گرما و گاهی نیز شوینده‌ها، از قطعات، می‌زداید. برخی از مواد آلی با کاهش گران‌روی، یا با رقیق‌کردن زدوده می‌شوند. می‌توان برای پخشیده[1] و معلق‌کردن مواد آلی، به جریان بخار، مواد شوینده اضافه کرد، که در این روش، آلایش‌گرها با بخار تقطیرشدهٔ حاوی شوینده شسته می‌شوند. برای بیشینه‌سازی کارآیی عمل شیمیایی شوینده‌ها، تاثیر گرمای بخار، و عمل جت‌های بخار، لازم است سرعت بخار، آب، و شوینده‌ها تحت کنترل قرار گیرد.

۸-۳-۴ تمیزکاری با باز و شوینده

این روش تمیزکاری هم برای سطوح داخلی و هم برای سطوح خارجی ظروف، سیستم‌های لوله‌کشی، یا اجزای آنها به‌کار می‌رود و از آب به عنوان حلال اولیه استفاده می‌شود. به‌منظور افزایش تأثیر، شوینده‌های سنتزی و سطح‌فعال‌ها[2] با افزودنی‌هایی مانند بافرهای pH، بازدارنده‌ها[3]، صابونی‌کننده‌ها، معلق‌سازها، مواد ضدکف، مواد ترکننده، و غیره مخلوط می‌شوند.

1-Disperse
2-Surfactants
3-Inhibitor

۸-۳-۴-۱ در تمیزکاری بازی از محلول‌هایی با قلیائیت بالا برای حذف آلایش‌گرهای آلی مانند روغن‌های هیدروکربنی، گریس‌ها، و موم‌ها استفاده می‌شود. برخی از نمک‌های قلیایی موجود برای تمیزکاری بازی، در جدول ۲ ذکر شده‌اند. از محلول‌های تهیه‌شده می‌توان در مخازن یا ظروف ایستا برای غوطه‌ورسازی اجزا استفاده کرد. همچنین، محلول‌ها را می‌توان با پمپاژ یا فواره به درون اجزا پاشید. بسته به شویندهٔ مورد استفاده، محلول‌های بازی می‌توانند غیرسمی، زیست‌تخریب‌پذیر، یا غیرخورنده باشند. ممکن است برخی شوینده‌ها سمی و خورنده باشند، و ویژگی‌های شوینده باید از طرف سازنده یا تامین‌کننده مشخص شود. برای انتخاب معیارها به استاندارد ASTM G127 مراجعه کنید. محلول تمیزکاری می‌تواند با پاشش، غوطه‌ورسازی، یا نمدسابی دستی اِعمال شود. معمولا، محلول‌های تمیزکاری بازی برای دماهای بالاتر از $82{,}2\ ^{\circ}C$ به‌کار برده می‌شود. رسیدن محلول تمیزکننده به همهٔ قسمت‌های قطعه‌ای که باید تمیز شود، دارای اهمیت است. از محلول تمیزکاری می‌توان تا زمانی که بی‌اثر شود (که با اندازه‌گیری pH یا با آنالیز غلظت آلایش‌گر قابل تشخیص است)، مجدداً استفاده کرد. به‌تجربه می‌توان تعیین کرد که پس از ورود چه میزان از آلایش‌گر به داخل محلول تمیزکاری دیگر نمی‌توان آن را برای تمیزکاری قابل قبول سطوح، به‌کار گرفت.

یادآوری- تمیزکننده‌های بازی باعث خوردگی آلومینیم می‌شوند.

۸-۳-۴-۲ سیستم‌های آبی در مقایسه با بیشتر حلال‌های دیگر مشکلات کمتری برای ایمنی آزمایش‌گر دارند، زیرا اشتعال‌پذیر نیستند، منفجر نمی‌شوند، و سمیت آن‌ها در بیشتر فرمولاسیون‌ها کم است. سیستم‌های آبی را می‌توان برای زدودن آلایش به صورت ریزذرات و فیلم، طراحی کرد. این سیستم‌ها به‌خصوص برای زدودن مواد معدنی یا قطبی، عملکرد خوبی دارند. تمیزکاری آبی، با چندین مکانیزم دیگر غیر از حل‌کردن، از جمله صابونی‌کردن، واکندن، معلق‌سازی، و پخشیدن عمل می‌کنند. فراصوت به‌ویژه برای حلال‌های آبی مناسب است.

۸-۳-۴-۳ برای جلوگیری از رسوب مجدد محلول تمیزکننده و آلایش‌گرها بر روی سطح، قطعه باید به طور کامل آب‌کشی شود. نباید اجازه داده شود که سطح در فاصلهٔ زمانی بین فازهای تمیزکاری و آب‌کشی خشک شود. غالباً، برخی از انواع آب‌کشی با آب به زدودن محلول تمیزکننده و خشک کردن سطح کمک می‌کند. ممکن است تمیزکاری قطعاتی با شکاف‌های کوچک و کانال‌های کور به خاطر کشش سطحی و نیروهای مویین نسبتاً زیاد شوینده‌های بر پایهٔ آب، مشکل باشد. شست‌وشوی برخی مانده‌های تمیزکننده‌های آبی از سطوح می‌تواند مشکل‌ساز باشد؛ مخصوصاً شست‌وشوی سطح‌فعال‌های غیریونی مشکل است. پایش مقدار pH آب مورد استفاده برای شست‌وشو تا دستیابی به مقدار pH برابر با $\pm 0{,}2$ بیش از pH شروع، روشی برای تعیین کامل‌شدن شست‌وشوست. خشک کردن قطعاتی با اشکال هندسی پیچیده معمولاً دشوار است. می‌توان از هوا یا نیتروژن تمیز، خشک، عاری از روغن، و در صورت نیاز گرم‌شده برای فرآیند خشک‌کردن استفاده کرد. هم‌چنین، می‌توان از فشار منفی یا مکش برای رسیدن به خشکی مورد نظر استفاده کرد. در جدول ۳ توصیه‌هایی کلی در مورد تمیزکاری بازی ارائه شده است. در این جدول، مواد فلزی، نوع آلایش‌گری که باید حذف شود، و محلول قلیایی مورد استفاده ذکر شده است.

جدول ۲ -نمک‌های قلیایی متداول (به بندهای ۸-۳-۴-۱ و ۹-۴ مراجعه کنید)

نام آیوپاک[A]	فرمول	نام متداول
سدیم هیدروکسید	NaOH	سود سوزآور آب قلیایی
سدیم متاسیلیکات	Na_2SiO_2	سدیم سیلیکات شیشه آبی
سدیم کربنات	Na_2CO_3	خاکستر سودا
سدیم تترابورات دَه‌آبه	$Na_2B_4O_7.10H_2O$	بوراکس
سدیم ارتو فسفات	$Na_3PO_4.12H_2O$	تری سدیم فسفات (TSP)
سدیم پیرو فسفات	$Na_4P_2O_7.10H_2O$	تترا سدیم پیروفسفات سدیم پلی‌فسفات

[A] اتحادیهٔ بین‌المللی شیمی محض و کاربردی (International Union of Pure and Applied Chemistry)

جدول ۳ - مواد تمیزکننده شیمیایی قلیایی (به بند ۸-۳-۴-۳ مراجعه کنید)

فلز	دلیل تمیزکاری	مواد شیمیایی تمیزکاری [a]	دیگر تیمارها[b,c]
کربن و فولادهای با آلیاژ کم	حذف خاک‌های سنگین، گریس، و روغن	مخلوط‌هایی از سدیم هیدروکسید، کربنات‌ها، فسفات‌ها و سیلیکات‌ها، و عوامل ترکننده سنتزی	نباید اجازه داده شود تا محلول‌ها بر روی قطعات خشک شوند و باید به‌صورت کامل آب‌کشی شوند
فولاد زنگ نزن آستنیتی	حذف خاک سنگین، گریس، روغن‌های سبک، و سیال برش	مخلوط‌هایی از سدیم هیدروکسید، کربنات‌ها، فسفات‌ها و سیلیکات‌ها، و عوامل ترکنندهٔ سنتزی	
مس و آلیاژها	حذف گریس، روغن‌های روان‌کننده، ترکیبات نقاشی، اکسید، ذرات فلزی، یا دیگر آلایش‌گرها حذف روغن لحیم‌کاری	مخلوط‌هایی از سدیم هیدروکسید، پلی فسفات‌ها، سیلیکات‌ها، کربنات‌ها، و عوامل ترکننده سنتزی آب گرم	معمولاً غوطه‌وری اندک در محلول اسیدی دی‌کرومات
آلومینیم و آلیاژها	حذف گریس، روغن، و اکسید	سدیم هیدروکسید، سدیم فسفات، و سدیم کربنات برای حکاری[d] سدیم پیروفسفات، و سدیم متاسیلیکات برای غیرحکاری	غوطه‌وری در نیتریک اسید رقیق برای حذف زنگ

ادامهٔ جدول ۳ - مواد تمیزکنندهٔ شیمیایی قلیایی

[a] مشخصات ارائه‌شده از سوی تولیدکنندگان برای کاربرد مواد تمیزکاری باید به صورت دقیق اِعمال شوند.

[b] تیمار تمیزکاری پساشیمیایی- پس از تمیزکاری با استفاده از مواد شیمیایی قلیایی، باید تمامی اجزا به‌طور کامل و ترجیحاً با استفاده از جریان آب گرم با هدف خشک کردن شسته شوند، مگر این که توسط تامین‌کنندهٔ مادهٔ تمیزکننده، به‌صورت دیگری مشخص شده باشد.

[c] برای اجتناب از ریسک خوردگی فشاری، آبکشی کامل ضروری است.

[d] Etching

۸-۳-۴-۴ خشک‌کردن

۸-۳-۴-۴-۱ هنگام تمیزکاری اجزای سیستم‌های اکسیژن با آب، آبکشی و خشک‌کردن اهمیت بسیاری دارد. خشک‌کردن، آب‌زدایی یا زدودن دیگر حلال‌ها از سطوح مهم است. فرآیند واقعی خشک‌کردن مستلزم تغییر حالت و نیازمند انرژی است. مقدار انرژی به عوامل زیادی از قبیل نوع حلالی که باید تبخیر شود، پیکربندی ادوات، دمای عملیات، رسانایی مایع و ادوات، بستگی دارد. گرمای تبخیر برای از نظر مقدار، در یک مرتبه بالاتر از برخی حلال‌های متداول کلروفلوئوروکربن‌ها باشد. همچنین هنگام خشک‌کردن، بخارزدایی امری حیاتی است و باید وسیله‌ای برای بخارزدایی فراهم شود. این فرآیند معمولاً با دمیدن گاز خشک کامل می‌شود.

۸-۳-۴-۴-۲ در انتخاب فرآیند خشک‌کردن، باید میزان خشکی مورد نظر مشخص شود. کاربر باید هر روش را برای کاربرد ویژهٔ مورد نظر ارزیابی کند. سه روش پایه برای آب‌زدایی مورد استفاده قرار می‌گیرد:

الف- فیزیکی

مایع‌زدایی مانند تی‌کِشی(مانند جمع‌کردن آب با وسیله‌ای مانند کاردک لاستیکی)، ستردن (مانند جمع‌کردن آب با وسیله‌ای مانند پارچه یا الیاف)، آب‌زدایی با نیروی گریز از مرکز، یا دمش.

ب- حلال

تر کردن قطعه با مایعی با فشار بخاری بالاتر برای جایگزینی با آب، مانند الکل یا هیدروفلوئوروکربن‌ها.

پ- تبخیر

انرژی‌دهی و زدودن فیزیکی بخار مانند خشک‌کردن با آون، هوا، یا دمش.

۸-۳-۴-۴-۳ خشک‌کردن ادوات کوچک و متوسط در آون‌های فیلتردار با دمش گاز انجام می‌گیرد. خشک‌کردن در سیستم و مخزن را می‌توان با دمیدن گاز تمیز، جاری، و خشک، معمولاً نیتروژن یا هوا، انجام داد. در این موارد باید در تعیین نقطهٔ شبنم گاز جاری دقت شود. این امکان وجود دارد که سهواً فقط خشکی گاز دمشی اندازه‌گیری شود. به منظور نمونه‌برداری صحیح، استفاده از یک محفظهٔ بسته و تحت فشار که در فواصل زمانی معین فشار و قیود آن آزاد می‌شود ضرورت دارد. در صورتی که نقطهٔ شبنم گاز خروجی بین $3^{\circ}C \pm$ نقطهٔ شبنم گاز دمشی باشد، اقلام خشک‌شده با دمش گاز جاری، گرم، و خشک، معمولاً خشک در نظر گرفته می‌شوند.

۸-۳-۴-۴-۴ میزان خشکی از طریق روش‌های زیادی تعیین می‌شود:

الف- رطوبت نسبی،

ب- نقطهٔ شبنم،
پ- نسبت واحد جرم آب بر واحد جرم گاز،
ت- نسبت واحد حجم آب بر واحد حجم گاز (V/V)، و
ث- نسبت مول‌های آب به مول‌های هوا.

۸-۳-۴-۴-۵ بسته به نوع کاربرد، سیستم‌های اکسیژن نوعاً در نقاط تعادل شبنم گاز خروجی از $^{\circ}C$ ۱۸- تا به دماهای بسیار پایین‌تر مانند $^{\circ}C$ ۵۷- ، خشک در نظر گرفته می‌شوند.

انتخاب شرایط، به متغیرهای زیادی مانند هزینه، زمان، دمای استفاده، و تاثیرات رطوبت بر اجزا بستگی دارد. گازهای صنعتی با نقاط شبنم °C۴۰- در بازار موجود است که این مقدار، مشخصات متداول برای خشکی سیستم اکسیژن است.

۸-۳-۵ تمیزکاری نیمه‌آبی

۸-۳-۵-۱ در تمیزکاری نیمه‌آبی از امولسیون‌های هیدروکربن-آب برای زدودن آلایش‌گرهای سنگین از سطوح قطعه با حلال‌های آلی معلق‌شده در محیط آبی با مادهٔ امولسیون‌کننده، استفاده می‌شود. عمل تمیزکاری تمیزکننده‌های امولسیونی مزایای هر دو فاز آبی و آلی را با هم ترکیب می‌کند.

۸-۳-۵-۱-۱ خیلی از تمیزکننده‌های امولسیونی به صورت تجاری موجود هستند و از حلال‌های مشتق‌شده از نفت و سطح‌فعال‌هایی که آنها را امولسیون‌پذیر می‌کنند، تشکیل شده‌اند. برخی از تمیزکننده‌های امولسیونی در صورت رها شدن به صورت ایستا به مدت طولانی، تمایل دارند که به محلول‌های تشکیل‌دهندهٔ آن تفکیک شوند، و معمولاً تکان‌دادن گاه‌به‌گاهِ آنها برای حفظ حالت امولسیونی، لازم است. این موضوع مهم است که به مخلوط‌های دوجزئی اجازه داده نشود که از هم تفکیک شوند زیرا در آن صورت تنها یک جزء از مخلوط مورد نظر زدوده می‌شود. تمیزکننده‌های امولسیونی به صورت طبیعی از طریق خیساندن، پاشش یا نمدسابی بر روی قطعات اِعمال می‌شوند. این تمیزکننده‌های امولسیونی باید با آب‌کشی و عملیات تمیزکاری بعدی، زدوده شوند.

۸-۳-۵-۲ یک نوع از مواد نیمه‌آبی، امولسیون آب با ترپن‌های مرکبات طبیعی و ترپن‌های بر پایهٔ کاج است. تمیز کننده‌های نیمه‌آبی، یا در آب امولسیونه شده و به روش تمیزکننده‌های آبی استاندارد مورد استفاده قرار می‌گیرند یا به صورت رقیق‌نشده به‌کار می‌روند و سپس آب‌کشی می‌شوند. فرمولاسیون‌های نیمه‌آبی با اکثر فلزات و پلاستیک‌ها سازگار هستند. این فرمولاسیون‌ها اثربخشی خوبی در تمیزکاری عمومی و به‌خصوص در تمیز کردن گریس‌های سنگین، قیر، واکس، و خاک‌هایی دارند که زدودن آنها دشوار است.

فرمولاسیون‌های نیمه‌آبی در حالت فله‌ای غیراشتعال‌پذیر در نظر گرفته می‌شوند اما می‌توانند به صورت غبار اشتعال‌پذیر باشند. برای کمینه‌سازی خطر غبارهای اشتعال‌پذیر، طراحی مناسب تجهیزات، ضرورت دارد.

برخی از فرمولاسیون‌ها می‌توانند به‌خودی‌خود اکسید شده و به مواد ناخواسته‌ای تبدیل شوند. در صورت تردید به چنین وضعیتی، باید مواد به تصدیق تامین‌کننده رسانده شوند.

۸-۳-۵-۳ محلول تمیزکاری باید به‌طور کامل از سطوح قطعه شسته شود تا از رسوب مجدد آلایش‌گرها در سطوح جلوگیری کند. نباید اجازه داده شود که سطح قطعه در فاصلهٔ بین فازهای تمیزکاری و آبکشی، خشک شود. به‌ویژه آبکشی مانده‌های نیمه‌آبی از سطح، مشکل است. ممکن است به‌منظور تعیین کامل‌شدن

فاز شست‌وشو، آنالیزهای کلی بیشتری غیر از بررسی pH آب شسته‌شده، مورد نیاز باشد. ممکن است خشک‌کردن قسمت‌هایی با اشکال هندسی پیچیده، مشکل باشد. ممکن است هوا یا نیتروژن تمیز، خشک، عاری از روغن و در صورت ضرورت گرم‌شده، برای خشک‌کردن مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، می‌توان برای رسیدن به درجهٔ خشکی مورد نظر، روش‌های روش‌های خلأدهی را با دمش تلفیق کرد. به‌هنگام استفاده از خلأ باید از جمع‌شدن بدنهٔ ظرف احتراز شود.

۸-۳-۶ تمیزکاری اسیدی

۸-۳-۶-۱ تمیزکاری اسیدی فرآیندی است که در آن محلولی از اسید معدنی، اسید آلی، یا نمک اسید (غالباً همراه با مواد ترکننده و شوینده) برای زدودن اکسیدها، روغن‌ها، و دیگر آلایش‌گرها از قطعات، با و یا بدون اعمال گرما، مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای اجتناب از آسیب‌رساندن به سطوح قطعات مانند حکاری یا اسیدخوری[1] نامطلوب، باید تمیزکاری با اسید به‌صورت دقیق کنترل شود. نوع واکنشگر تمیزکنندهٔ انتخاب‌شده، به ماده یا قطعه‌ای که باید تمیز شود، بستگی دارد. در بندهای زیر راهنمای عمومی برای کاربرد تمیزکاری اسیدی ارائه شده است.

۸-۳-۶-۲ مواد تمیزکننده از نوع فسفریک اسید را می‌توان برای بیشتر فلزات به‌کار برد. این مواد، برای زدودن اکسیدها، زنگ‌های سطحی، خاک‌های سبک، و سرباره‌ها[2] به‌کار می‌رود.

۸-۳-۶-۳ مواد تمیزکننده از نوع هیدروکلریک اسید تنها برای کربن و فولادهای کم‌آلیاژ توصیه می‌شود. این مواد، برای زدودن زنگ، پوسته، و پوشش‌های اکسیدی به‌کار می‌رود و موجب کنده‌شدن پوشش‌های کروم، روی، و کادمیم خواهند شد. برای جلوگیری از ایجاد اثرات مخرب بر فلزات بستر، باید به محلول‌های اسیدی معین مانند محلول‌های حاوی هیدروکلریک اسید یا نیتریک اسید نوعی مواد بازدارنده اضافه شود. نباید از هیدروکلریک اسید برای فولاد زنگ‌نزن استفاده شود، زیرا می‌تواند باعث خوردگی فشاری یا ترک‌خوردگی ناشی از آن شود.

۸-۳-۶-۴ ترکیبات تمیزکننده کرومیک اسیدی و نیتریک اسیدی برای آلومینیم و مس و آلیاژهای آن‌ها توصیه می‌شوند. این ترکیبات مواد تمیزکنندهٔ واقعی نیستند، بلکه برای کاهش شیمیایی[3]، براق کردن، و حذف مانده‌های سیاه که در طی تمیزکاری با یک محلول قلیایی ایجاد می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی ترکیبات به صورت مایع موجوداند و بقیه به صورت پودر هستند. آن‌ها بسته به مواد تمیزکننده و مقدار اکسید یا پوسته‌ای که باید حذف شود، در غلظت‌های ۵ درصدی تا ۵۰ درصدی با آب مخلوط می‌شوند.

۸-۳-۶-۵ تمیزکاری با اسید نیازمند یک مخزن نگه‌داری یا غوطه‌وری، پمپ چرخشی، لوله‌کشی مربوطه، و شیرگذاری سازگار با محلول تمیزکاری است. روش‌های متداول برای تمیزکاری اسیدی عبارتند از غوطه‌وری، نمدسابی، و پاشش. ترکیبات تمیزساز اسیدی نباید مورد استفاده قرار گیرند، مگر این که کاربرد و کارآیی آنها معلوم باشد یا توسط تولیدکنندهٔ ترکیبات تمیزکاری توضیح داده شود. توصیه‌های تولیدکنندگان باید در

1-Pickling
2-Fluxes
3-Deoxidizing

مورد غلظت و دما باید برای کار کردن ایمن با مواد تمیزکاری، رعایت شود. پس از تمیزکاری اسیدی، باید سطوح آبی برابر با مقدار توصیف‌شده در بند ۸-۳-۱ شسته شوند تا تمامی آثار اسید را حذف کنند و سپس بعد از آبکشی نهایی با آب به‌طور کامل خشک شوند. برای به‌حداقل رساندن لکه‌گذاری، اجازه ندهید که سطوح بین مراحل متوالی روش‌های تمیزکاری اسیدی و آبکشی، خشک شوند. ممکن است تحت برخی شرایط، تیمار خنثی‌سازی مورد نیاز باشد. باید خنثی‌سازی با شستشوی مکرر با آب دنبال شود تا این که تمام آثار مادهٔ خنثی‌ساز را حذف کند. اگر خشک‌کردن مورد نیاز باشد، این عمل می‌تواند با هوا یا نیتروژن عاری از روغن گرم‌شده یا نشده، تکمیل شود. در جدول ۴ محلول‌های اسیدی نوعی برای تمیزکاری انواع مختلف مواد فلزی ارائه شده است.

۸-۳-۷ تمیزکاری حلال

این روش تمیزکاری یا گریس‌زدایی سابقاً به عنوان روش اصلی برای حذف آلایش‌گرهای آلی محلول از اجزای مورد استفاده در سرویس اکسیژن در نظر گرفته شده بود و برای استفاده در اکثر فلزات مناسب بود. به‌هرحال، کاربرد و جذابیت حلال‌های کلره به عنوان محلول‌های تمیزکننده، به خاطر نگرانی‌های زیست‌محیطی و محدودیت‌های قانونی، محدود شده است. حلال‌های کلره با شوینده‌های آبی یا نیمه‌آبی یا محلول‌های امولسیونی و اغلب در رابطه با آب یون‌زدایی‌شده به عنوان بخشی از فرآیند، جایگزین شده‌اند. الکل‌ها، اترها، و دیگر حلال‌های ویژه در کاربردهای تمیزکاری منحصربه‌فرد به کار برده می‌شوند و خطرات آن‌ها به‌خاطر محدودیت‌های فرآیند تضمین می‌شود. لیستی از حلال‌های متداول در بند ۱۱-۴-۲ و جدول ۵ ذکر شده است. این روش به‌واسطهٔ توانایی حلال برای گرفتن و حل‌کردن آلایش‌گرهای موجود، محدود شده است. قبل از شروع هر عملیات تمیزکاری، نمونهٔ مرجعی از حلال تمیز تازه باید در کنار آن انتخاب شود تا به عنوان مرجع پایه مورد استفاده قرار گیرد. در فواصل زمانی در طول فرآیند، نمونه‌هایی از حلال مورد استفاده را می‌توان با نمونهٔ مرجع مقایسه کرد تا میزان آلایش تعیین گردد. روش‌های تعیین آلایش می‌تواند مقایسهٔ رنگ با رنگ نمونهٔ مرجع، به وسیله فلوئورسانس تحت نور فرابنفش، با آنالیز، یا با تبخیر باشد. برای نمونه‌گیری باید از بطری‌های شیشه‌ای تمیز استفاده شود.

جدول ۴ -مواد تمیزکننده شیمیایی اسیدی (به بند ۸-۳-۶-۵ مراجعه کنید)

فلز	دلیل تمیزکاری	مواد شیمیایی تمیزکاری [a]	دیگر تیمارها[b]
کربن و فولادهای با آلیاژ کم	حذف پوسته‌ها و فیلم‌های اکسیدی	هیدروکلریک یا سولفوریک اسید و عوامل ترکننده	محلول قلیایی را رقیق کنید تا اسید خنثی شود یا تیمار با بازدارنده
	حذف زنگ‌های سطحی	سیتریک، سولفوریک، و فسفریک اسید	عمل سایش خفیف مفید است
	حذف گریس، روغن، یا ترکیبات رنگی	فسفریک اسید و مخلوط‌های شوینده سنتزی	
چدن	حذف اکسید	کرومیک و سولفوریک اسید	
فولاد زنگ‌نزن آستنیتی	حذف اکسید، لکه‌ها و پوسته‌ها و رسوبات/آلایش‌گرهای فلزی	کرومیک، سولفوریک، و هیدروفلوریک اسید، یا نیتریک، هیدروفلوئوریک، و فسفریک اسید	محلول نیتریک اسید برای جلا دادن استفاده می‌شود
مس و آلیاژهای آن	حذف پوسته و اکسید (اسیدشویی)	هیدروکلریک یا سولفوریک اسید	
	جلا دادن	سولفوریک، نیتریک، و هیدروکلریک اسید	
آلومینیم و آلیاژهای آن	حذف اکسید (تمیزکاری با حکاری)	محلول نیتریک اسید مورد استفاده برای جلا دادن	محلول‌های هیدروکسید

[a] مشخصات تولیدکننده برای کاربرد عوامل تمیزکننده باید با دقت مشاهده شود یا خصوصیات فلزات می‌تواند مختل شود. زمان، دما، و غلظت خیلی اهمیت دارند.

[b] تیمار تمیزکاری پساشیمیایی-پس از تمیزکاری اسیدی، باید تمامی اجزا به‌طور کامل و ترجیحاً با آب گرم جاری شسته شوند تا به خشک‌کردن کمک کند، مگر اینکه به صورت دیگری توسط تامین‌کننده مواد تمیزکننده ذکر شده باشد. برخی از اجزا پس از تیمارهای تمیزکاری معینی، نیازمند تیمار با محلول‌های خنثی‌ساز می‌باشند.

جدول ۵ -حلال‌های متداول (به بند ۸-۳-۷ مراجعه کنید)

گروه شیمیایی	مثال‌های متداول
هیدروکلروفلوئوروکربن‌ها	Asahiklin AK 225
هیدروفلوئور کربن	DuPont Vertrel XF DuPont Vertrel MCA
هیدروفلوئورو اتر	3M HFE 7100 3M HFE 71DE

۸-۳-۷-۱ پس از تکمیل هر روش تمیزکاری حلال، هر سیال تمیزکننده باقی‌مانده درشت[1] باید از اجزاء تخلیه شود تا از خشک‌شدن در آبگیرها[2] جلوگیری کند. سپس باید اجزا پالاییده شوند و با هوا یا نیتروژن عاری از روغن گرم‌شده خشک شوند. ممکن است حسب اقتضا، اجزای کوچک با هوا خشک شوند تا زمانی که دوباره آلاییده نشوند.

۸-۳-۷-۲ تمیزکاری با حلال ممکن است با استفاده از هر یک روش‌های قبلاً بحث‌شده مانند نمدسابی و اسپری‌کردن انجام شود. همچنین اجزا و قسمت‌های تفکیک‌شده می‌توانند از طریق غوطه‌وری در مخزن حلال و اعمال تلاطم، تمیز شوند. فرآیند می‌تواند با اعمال روش‌های تمیزکاری فراصوتی، بهبود یابد. همچنین تمیزکاری با گردش شدید حلال مایع در داخل اجزاء می‌تواند انجام شود. باید طول مدت تمیزکاری از طریق سیرکولاسیون با استفاده از حلال تمیز تا زمانی که حلال مورد استفاده از اجزاء به تمیزی نمونهٔ مرجع باشد، ادامه یابد.

۸-۳-۷-۳ غالباً برای کنترل واکنش‌های خوردگی، حلال نیاز به بازدارنده‌ها دارد. افزودن موادبازدارنده نیازمند پایش است تا از اثربخشی پیوسته اطمینان حاصل شود. این روش غالباً برای مجموعه‌هایی که قابل دمونتاژ شدن نیستند، برای اجزایی با اندازهٔ بزرگ، برای مدارهای پیش‌ساخته، و لوله‌ها، به کار می‌رود.

۸-۳-۸ مخاطرات تمیزکاری با حلال

۸-۳-۸-۱ مراقب باشید که تهویهٔ مناسبی در مناطق تمیزکاری با حلال فراهم شود تا از تنفس مقادیر مازاد از بخارات حلال یا محصولات تجزیه جلوگیری شود. بخار حاصل از حلال‌های هالوژنه، بیهوش‌کننده‌ای قوی است. تنفس این ماده به مقدار کم، باعث خواب‌آلودگی می‌شود. تنفس مقدار زیاد بخار، می‌تواند باعث بیهوشی و در نهایت مرگ شود.

۸-۳-۸-۲ حلال‌های کلره و فلوئوره ممکن است در حضور منابع گرمایی بالاتر از $^{\circ}C$ ۲۰۰، پرتوهای فرابنفش، و رطوبت اتمسفر تخریب، منجر به تشکیل گازهای سمی مانند فسژن[3] شوند.

۸-۳-۸-۳ حصول اطمینان از عاری‌بودن کامل قطعاتی که باید جوش داده شوند یا گرم شوند، از حلال‌ها بسیار حائز اهمیت است. استعمال دخانیات و انجام هر عملی که مستلزم استفاده از شعله، جرقه، یا دیگر منابع گرمایی بالاتر از $^{\circ}C$ ۲۰۰ باشد، باید در نزدیکی بخارات حلال ممنوع شود. قرار گرفتن طولانی‌مدت حلال در برابر نور خورشید می‌تواند منجر به تجزیهٔ آن شود.

۸-۳-۸-۴ وقتی ظروف حلال‌ها قرار است مدتی در محل کار بماند، حتماً باید درپوش آنها محکم بسته شده باشد. باید با پوشیدن لباس‌های حفاظتی از تماس حلال‌ها با پوست اجتناب شود. حلال‌ها فقط باید در صورتی که ظروف حامل آنها به طور مناسب برچسب‌گذاری شده باشد، جابه‌جا شوند.

۸-۳-۸-۵ ممکن است در بعضی از مقررات بین‌المللی، ملی، یا کارخانه‌ای، رعایت موارد احتیاطی از قبیل اتصال‌به‌زمین الکتریکی، انبارش در محل‌های دوردست، و ساختارهای مهار نشت الزام شده باشد. برخی از حلال‌ها اشتعال‌پذیر، سمی، یا سرطان‌زا هستند و موارد احتیاط ایمنی توصیه‌شده از جانب تولیدکنندگان

1-Gross
2-Pools
3-Phosgene

باید رعایت شوند. در این مورد نیز ممکن است انطباق با مقررات ملی الزام شده باشد. تولیدکنندگان مخازن تمیزکاری فراصوتی و تجهیزات مرتبط، توصیه‌هایی در بارهٔ ایمنی عملیات آن‌ها منتشر می‌کنند. کاروران، باید توصیه‌های تولیدکنندگان را به‌کار بندند. برای هر مادهٔ شیمیایی مورد استفاده برگهٔ داده‌های ایمنی مورد نیاز است.

یادآوری- آلومینیم و آلیاژهای آن با حلال‌های هیدروکربن کلره به‌شدت واکنش می‌دهند و بخار هیدروکلریک اسید تولید می‌کنند که سمی و خورنده است. شرایط وقوع این واکنش‌ها چندان شناخته‌شده نیست. این واکنش مخصوصاً در براده‌ها، تراشه‌ها، و ذرات ریز آلومینیم ایجادشده از فرآیندهای ماشین‌کاری و برش‌کاری، اتفاق می‌افتد.

۸-۳-۸-۶ هنگام استفاده از حلال‌ها برای تمیزکردن آلومینیم، موارد زیر باید رعایت شوند:

الف- اطمینان حاصل کنید که فقط حلال‌های با درجهٔ تجاری بازدارنده[1]، حلال‌هایی که به صورت اختصاصی برای گریس‌زدایی طراحی‌شده‌اند، برای آلومینیم و آلیاژهای آن مورد استفاده قرار گیرند. این حلال‌ها باید به صورت دوره‌ای برای پایش تراز بازدارندگی، مورد بررسی قرار گیرند.

ب- اگر مخزن گریس‌زدایی به‌کار گرفته شد، برای اجتناب از جداشدن فیلم اکسیدی محافظتی، اجزاء را به‌آرامی در داخل مخزن گریس‌زدایی قرار دهید.

پ- اطمینان حاصل کنید که موادی که باید تمیز شوند، از ذراتی مانند براده یا خاکه، عاری باشند. هرگز نباید اجازه داده شود که خاک، تراشه یا پودر آلومینیم، با حلال تماس پیدا کنند.

ت- نباید قسمت‌های آلومینیمی مدت زمان طولانی در تماس با حلال‌های گریس‌زدایی باشند، زیرا حلال می‌تواند تحت چنین شرایطی با فلز واکنش دهد.

۸-۴ گریس‌زدایی با بخار

گریس‌زدایی با بخار، موجب حذف مواد آلی محلول از سطوح قطعات از طریق چگالش پیوسته بخارهای حلال بر روی قطعهٔ سرد و عمل شستشوی بعدی آن‌ها می‌شود. به‌هرحال، کاربرد و مقبولیت حلال‌های کلره به عنوان مواد تمیزکننده، به خاطر نگرانی‌های زیست‌محیطی و محدودیت‌های قانونی، محدود شده است. حلال‌های کلره با جایگزینه‌های غیرمحدود، جایگزین شده‌اند؛ انتخاب مواد جایگزینه در استاندارد ASTM G127 مورد بحث قرار گرفته است. تجهیزات گریس‌زدایی با بخار از یک تبخیرکننده برای تولید بخارهای تمیز از حلال‌های آلوده و یک مخزن برای قرار دادن قطعات در فاز بخار تشکیل شده است. از حلال‌های درجه مبرد استفاده نکنید، زیرا معلوم شده است که دارای روغن هستند. برخی از این حلال‌های مورد استفاده تحت شرایط معینی در هوا اشتعال‌پذیر هستند و درجات متغیری از سمیت دارند؛ بنابراین، باید هنگام استفاده از آن‌ها احتیاط شود. دمای قطعه باید زیر نقطهٔ جوش حلال باشد تا اینکه بخارهای حلال بتوانند متراکم‌شده و بر اثر جاذبهٔ زمین از سطوح قطعات شسته شوند. اجزا باید در مکان مناسب قرار داده شده و متصل شود تا اینکه چگالیده‌ها از پورت‌ها زهکشی شود. گردش پیوسته چگالیده‌ها و انتقال آن به عقب درون تبخیرکننده، آلایش‌گرهای حل‌شده را درون تبخیرکننده حمل خواهد کرد جایی که آن‌ها در آنجا باقی خواهند ماند. پس از رسیدن دمای قطعه به دمای بخار، تمیزکاری بیشتری اتفاق نخواهد افتاد.

1-Inhibited commercial grade solvents

یادآوری- نباید مواد با اشتعال‌پذیری بالا مانند گازوئیل، نفت سفید، بنزین سنگین، یا تینرهای رنگ، برای هر نوع شست‌وشو یا شست‌وشوی شیمیایی مورد استفاده قرار گیرند. ممکن است برخی لوله‌های پلاستیکی یا درزبندی‌های مورد استفاده در تجهیزات تمیزکاری تحت استخراج شیمیایی توسط حلال‌ها قرار گیرند، و از این طریق بر روی سطوح مورد نظر برای تمیزکاری رسوب کنند. لوله‌های نایلونی و پلی‌تترافلوئورواتیلن (PTFE)[1] با خیلی از حلال‌های مورد استفاده، سازگار هستند. موارد احتیاطی ذکرشده در بند ۸-۳-۸-۶ باید در تمیزکاری آلومینیم و آلیاژهای آن رعایت شود.

۸-۵ پالاییدن (زدایش)

۸-۵-۱ برای حصول اطمینان از حذف تمامی باقی‌مانده‌ها از عملیات تمیزکاری قبلی، قبل از عملیات تمیزکاری بعدی یا بسته‌بندی نهایی، پالاییدن اجزاء حائز اهمیت زیادی است. این عمل می‌تواند با آبکشی، خشک کردن، و دمش همراه باشد. ممکن است آبکشی وابسته به محلول‌های تمیزکاری مورد استفاده باشد، اما اساساً ممکن است آب فیلترشده مورد استفاده قرار گیرد. ممکن است خشک‌کردن با اعمال گرما به اجزاء توسط آون و نور فروسرخ، یا با دمش با هوای تمیز عاری از روغن و خشک، انجام شود. حذف حلال در دماهای افزایش‌یافته مستلزم توجه اضافی است، زیرا تحت چنین شرایطی حلال‌ها با احتمال زیاد به سطوح اجزا حمله خواهند کرد یا تخریب شده و موجب ترسیب فیلم‌های ناخواسته‌ای بر روی سطوح اجزا خواهند شد. ممکن است قوانین زیست‌محیطی مستلزم عبور گازهای خروجی از میان زغال‌چوب یا بستر جاذب برای حذف اتمسفرهای حلال قبل از رها شدن در گازهای جو، باشند. حائز اهمیت است که محیط پالاینده دارای درجهٔ تمیزی بالاتری از درجهٔ تمیزی مورد نظر اجزاء باشد.

۸-۵-۲ پالاییدن بحرانی‌تری با استفاده از گاز نیتروژن تمیز، خشک، و عاری از روغن انجام می‌شود. این امر ممکن است مستلزم تصدیق خشکی با اندازه‌گیری نقطهٔ شبنم گاز خشک‌کننده دورریز باشد. طول مدت نهایی و نوع و تعداد عملیات پالاییدن بستگی به اجزایی که باید تمیز شوند، به روش تمیزکاری مورد استفاده، و کاربرد نهایی، دارد.

۹ برنامه‌های تمیزکاری

۹-۱ برنامهٔ تمیزکاری باید طوری انتخاب شود که منجر به افزایش درجهٔ تمیزی اجزا پس از هر بار عملیات تمیزکاری گردد. از این رو، مهم است که فرآوری اجزا از طریق یک مجموعه از روش‌های تمیزکاری، یا اعمال چرخه‌هایی با استفاده از روش واحد، یا هر دو، به‌منظور دستیابی به درجهٔ نهایی مورد نظر تمیزی مطلوب انجام شود.

۹-۲ برای حصول درجهٔ مورد نظر تمیزی ممکن است عملیات واحدی کافی باشد، اما خیلی از عملیات‌های تمیزکاری نیازمند انجام در چندین مرحله است، مانند پیش‌تمیزکاری یا مرحلهٔ تمیزکاری مقدماتی، یک مرحلهٔ تمیزکاری میانی، و یک مرحلهٔ تمیزکاری نهایی. باید هر مرحلهٔ تمیزکاری از مراحل تمیزکاری قبلی با استفاده از آبکشی مناسب، خشک‌کردن، و عملیات پالاییدن با گازدهی گاز یا هوا، ایزوله شود.

1-Polytetrafluoroethylene

۹-۳ پیش تمیزکاری

۹-۳-۱ باید برای حذف آلایش‌گرهای درشت مانند مازاد اکسید یا تجمع‌رسوب[1]، مقادیر زیاد روغن‌ها و گریس‌ها، و ذرات معدنی، از پیش تمیزکاری استفاده کرد.

۹-۳-۲ پیش‌تمیزکاری، کمیت آلایش‌گرها را کاهش می‌دهد و از این طریق عمر مفید و اثربخشی محلول‌های تمیزکاری مورد استفاده در عملیات تمیزکاری بعدی را افزایش می‌دهد. محیط تمیزکاری و روش اجرای مورد استفاده برای تمام عملیات پیش‌تمیزکاری بحرانی نیست، اما به کاربران توصیه می‌شود که از تمامی تمهیدات ایمنی مربوطه آگاه باشند و آنها را اتخاذ کنند.

۹-۴ تمیزکاری میانی

اساساً مرحلهٔ تمیزکاری میانی از وارد کردن قطعه به محلول‌های تمیزکنندهٔ بازی یا اسیدیِ طراحی‌شده برای حذف باقی‌مانده‌های حلال و باقی‌مانده‌های آلایش‌گرها، تشکیل یافته است. محیط تمیزکاری و روش‌های اجرایی مورد استفاده برای عملیات تمیزکاری میانی نسبت به موارد مورد استفاده برای پیش‌تمیزکاری، دارای محدودکنندگی بیشتری است. باید محیط و محلول‌های تمیزکاری به‌صورت مناسب کنترل شوند تا کارآیی محلول را به حداکثر برسانند و آلایش‌گرهای واردشونده را که عملیات نهایی تمیزکاری بعدی و دقت عملیات را به‌مخاطره می‌اندازند، به حداقل برسانند. فهرستی از نمک‌های قلیایی متداول و شوینده‌ها در جدول ۲ ذکر شده است.

۹-۵ تمیزکاری نهایی

۹-۵-۱ هنگامی که کاربردهایی مانند کاربردهای هسته‌ای، فضایی، و الکترونیکی ایجاب کند که اجزا به درجهٔ بالایی از تمیزی برسند، آن‌ها وارد مرحلهٔ نهایی تمیزکاری می‌شوند. این مرحلهٔ نهایی شامل حذف آلایش‌گرهای خرد است و اساساً به وسیلهٔ روش‌های تمیزکاری شیمیایی اجرا می‌شود. در این مرحله از تمیزکاری، حفاظت از آلایش مجدد اجزا به‌وسیلهٔ محلول‌های تمیزکننده یا محیط، امری حیاتی است. به‌منظور حصول درجات خیلی بالایی از تمیزی، ممکن است محیط‌های تمیزکاری مستلزم کنترل‌های سخت‌گیرانه‌تر مانند مواردی که در اتاق‌های تمیز طبقه‌بندی‌شده، اعمال می‌شوند، باشند.

۹-۵-۲ مرحلهٔ تمیزکاری نهایی شامل عملیات خشک‌کردن و پالاییدن بسط‌یافته همراه با یک برنامهٔ بسته‌بندی برای حفاظت اجزا از آلایش مجدد است.

۱۰ الزامات تمیزی

۱۰-۱ نیاز به تمیزی

۱۰-۱-۱ تمیزکاری وسواسی اساسی‌ترین اقدام ایمنی در برابر حریق است که برای سیستم‌های جابه‌جایی اکسیژن اعمال می‌شود. ممکن نیست که پلیمرها یا فلزات در برخی سیستم‌های با شدت کم تغییر داده شوند، اما خیلی از سیستم‌های در معرض اکسیژن یا سرویس پراکسیژن، نیازمند تمیزکاری وسواسی هستند.

1-Scale buildup

الزامات تمیزکاری متنوعی به وسیلهٔ سازمان‌های مختلفی در طول سال‌ها ارائه شده‌اند. این سطوح، با آلایش‌گرهای مایع (اساساً روغن‌ها و گریس‌ها) و جامد (اساساً ذرات) به صورت جداگانه تیمار شده‌اند.

۱۰-۱-۲ سیال‌ها و گریس‌ها

در جدول ۱ مشخصات چندین فیلم روغن در محدوده $۰٫۱۴ \ mg/m^2$ تا $۱۰۸۰ \ mg/m^2$ ذکر شده است. امروزه، فرین‌های این محدوده برای استفاده مشخص نیست.

۱۰-۱-۲-۱ از میان عوامل دخیل در انتخاب درجهٔ تمیزی مورد نیاز برای فیلم‌های سطحی، این موارد قابل ذکر است: اشتعال‌پذیری فیلم، افروزش‌پذیری فیلم، حساس‌سازی فیلم از دیگر مواد، مهاجرت فیلم، و تجمع (شامل تمایل به جریان‌یافتن، تبخیر و تراکم در دماهای افزایش‌یافته، و پوسته‌شدن در دماهای پایین) [۱].

۱۰-۱-۲-۲ هنگام ارزیابی نوع آلایش‌گر (به بند ۷-۱ مراجعه کنید) و درجهٔ تمیزی نهایی (به بند ۷-۱-۴ مراجعه کنید)، این امر حائز اهمیت است که به خطرات بالقوه بی‌دررو[1] که می‌توانند در سیستم فعال شوند، توجه شود. فشرده‌کردن بی‌دررو، مکانیزم افروزش اولیهٔ روغن‌ها و گریس‌هاست که دارای افروزش تجربی [۲] تولیدشده تقریبی $۶۵ \ mg/m^2$ هستند؛ همچنین مهاجرات و جمع‌آوری روغن‌های با گران‌روی بالا در بالای $۲۲۰ \ mg/m^2 \sim$ اتفاق می‌افتد [۱]. این پدیده پیشنهاد می‌کند که ممکن است $۶۵ \ mg/m^2$ بالاترین حد محافظه‌کارانه‌ای باشد که ممکن است برای روغن‌های ناسازگار در سیستم‌های شدید کاربرد داشته باشد.

در سیستمی که تراکم سریع را تجربه نمی‌کند، ممکن است این حد محافظه‌کارانه در اجزای کوچک یا مناطقی که تمیزکاری آن‌ها مشکل است، چه آن‌هایی که قسمتی از سیستم بزرگتر هستند چه نه، ممکن است تا $۲۲۰ \ mg/m^2$ بسط یابد. به هر حال، اگر سطوح بزرگتر باشند، معمولاً درجات پایین‌تری از آلایش سیال حداکثر مورد نیاز است. جزوه اخیر CGA [۳] توصیه می‌کند که غلظت فیلم روغن در ستون پرشده تقطیر به $۵۰ \ mg/m^2$ تا $۱۰۰ \ mg/m^2$ محدود شود که حد بالا برای مناطق موضعی و حد پایین برای کل سیستم در نظر گرفته می‌شود.

۱۰-۱-۳ جامدات و ریزذرات

به منظور کاهش تاثیر ریزذرات بر خطر اشتعال‌پذیری و اطمینان بهتر از قابلیت اطمینان اجزا، باید جامدات و ریزذرات کنترل شوند.

۱۰-۱-۳-۱ اشتعال‌پذیری، افروزش‌پذیری، اندازه، شکل، تمایل به مهاجرت (مشتمل بر مایع کردن)، سطوح درزبندی بحرانی، و رواداری‌های تجهیزات از نظر تاثیرپذیری از ریزذرات، از جمله عوامل دخیل در انتخاب درجهٔ تمیزی مورد نیاز برای ریزذرات هستند.

۱۰-۱-۴ سیال‌ها در مقابل جامدات

در طول سال‌ها، به چند دلیل، توجه زیادی به آلایش‌گرهای فیلم‌های روغن سیال در مقایسه با آلایش‌گرهای جامدات شده است. فیلم‌های روغن تمایل دارند که با سهولت بیشتری شعله‌ور شوند. آن‌ها مهاجرت می‌کنند و تبخیر می‌شوند. احتمال بیشتری وجود دارد که آن‌ها در مقادیر کلی بالاتری وجود داشته باشند. همچنین، هنگامی که یک فیلم روغن به صورت وسواسی حذف می‌شود، احتمال دارد که در صورت باقی‌ماندن هر

1 - Adiabatic

آلایش‌گر ریزذره‌ای غیرقابل قبول، مقدار آن کم باشد. دیگر اینکه ریزذرات جامد بی‌اثر هستند و بیشتر از نظر مسائل مکانیکی مطرح هستند تا ریسک حریق.

۱۰-۲ نکات فنی

۱۰-۲-۱ قابلیت انجام‌پذیری تمیزکاری

هنگامی که روش‌های تمیزکاری امروزی توصیف‌شده در استاندارد با دقت مورد استفاده قرار گیرند، رسیدن به باقیمانده‌های فیلم روغن در مقادیر خیلی کم و درجات تمیزی نوعی کمتر از mg/m^2 ۱۱ میسر است.

۱۰-۲-۲ تصدیق تمیزی

به‌طور معمول، تصدیق تمیزی سیستم‌های اکسیژن متکی به بازرسی نقطه‌ای و برخی اوقات بازرسی کلی سطوح پس از تمیزکاری است. به‌هرحال، می‌توان تمیزی را با برقراری مناسب‌بودن فرآیند تمیزکاری و به همین ترتیب کاربرد مکرر آن، تصدیق کرد. روش‌های متداول بازرسی که در میدان عملی می‌باشند، همیشه با توانایی آن‌ها در ردیابی راحت روغن‌ها در سطوحی که با تمیزکاری وسواسی قابل دستیابی می‌باشند و اغلب این سطوح برای ایمنی مورد نیاز هستند، محدود می‌شود. در عوض، روش‌های بازرسی مانند امتحان نور سیاه (فرابنفش) ممکن است برخی روغن‌هایی را که دارای مقادیر خیلی زیادی از سطح ایمنی هستند، ردیابی نکند. به‌طور کلی، این نوع تصدیق نمی‌تواند برای روش‌های آزمایشگاهی دست‌وپاگیر و سخت مانند استخراج/تبخیر حلال، یا کاهش اشتعال‌پذیری، به کار برده شود. با وجود این، چنین بازرسی‌های پساتمیزکاری سودمند هستند، زیرا اتمسفر خشنی برقرار می‌کنند و چنان چه نقض‌هایی از تمیزکاری خوب اتفاق بیفتد، می‌توانند آن‌ها را ردیابی کنند. به دلیل تغییر در فرآیندهای تمیزکاری ناشی از کمبود مواد تمیزکننده به خاطر مقررات زیست‌محیطی و سمیت، اطمینان از اینکه آن سیستم‌ها علیرغم تصدیق تمیزی از طریق بازرسی بصری تجهیزات پس از تمیزشدن، تمیز شده‌اند، مشکل است. از این رو، در آینده، نیاز فزاینده‌ای به انجام اصول کیفیت جهانی پیش‌گیری وجود خواهد داشت: تمرکز بر روی کیفی کردن فرآیندهای تمیزکاری مناسب (شاید با روش‌های تصدیق آزمایشگاهی با تکنولوژی بالاو استفاده از این فرآیندها برای تمیزکاری دقیق سیستم به جای تمرکز بر روی بازرسی نهایی با دستگاهای متداول مانند نور فرابنفش. به‌هرحال، در موارد زیادی، استفاده از بازرسی‌های نهایی بر روی نمونه‌های تصادفی (کنترل فرآیند آماری) برای ردیابی می‌تواند ارزشمند باشد.

۱۰-۳ حدود تمیزی سطحی فیلم پیشنهادشده

۱۰-۳-۱ هدف محافظه‌کارانهٔ عمومی

برای اغلب سیستم‌ها، هدف نهایی تمیزی حدود mg/m^2 ۱۱ تا mg/m^2 ۵۵ یا کمتر برای فیلم روغن یا گریس پیشنهاد شده است. به نظر می‌رسد که این مقدار حتی برای آلایش‌گرهای نامطلوب هم محافظه‌کارانه است.

۱۰-۳-۲ هدف حد بالای عمومی

بیشترین حد مجاز هدف آزمایشگاهی شاید بالا تا mg/m^2 ۲۲۰ هم ممکن است قابل قبول و محافظه‌کارانه باشد. به نظر می‌رسد که این سطح خطرات مهاجرت را حتی برای روغن‌های خیلی سبک کنترل کند.

۱۰-۳-۳ موارد استثنائی

برای فراتر رفتن از درجهٔ mg/m^2 ۲۲۰، باید هم شدت سیستم و هم ماهیت طبیعت آلایش‌گرها مورد توجه قرار گیرد. پذیرش موارد استثنای آزادانه‌تر باید از طریق بازنگری مخاطرات، ریسک‌ها، و توالی به کار رفته، مخصوصاً با چشم‌انداز فشرده‌سازی سریع اکسیژن انجام شود. بخش‌هایی از سیستم که از نظر تمیزکاری پراهمیت است، نواحی پرریسک از مناطق پرسرعت (مانند نشیمنگاه شیرها)، حوضچه‌ها (که در آنجا ممکن است باقی‌مانده‌ها جمع شوند یا حلال تبخیر شود و حل شونده‌ها تغلیظ شوند)، پایانه‌های مرده (که در آنجا گرمای فشرده‌سازی بیشتر محتمل است) می‌باشند. در ارزیابی تمیزی هدف بالاتر، اولین ویژگی هر آلایش‌گر که باید در نظر گرفته شود گران‌روی آن است و اینکه مهاجرات برای روغن‌های رقیق کمتر محتمل است. اگر قابلیت مهاجرتی کمتر باشد، در این صورت میزان آلایش قابل تحمل، به طور قابل ملاحظه‌ای می‌تواند بالاتر باشد. در مواردی که تمیزی بیشتر (کمترین درجات آلایش) مورد تقاضا باشد، عوامل مهم برای ارزیابی باید وجود فشار بالا، سرعت‌های بالای اکسیژن، دماهای بالا، سرعت‌های گاز بالا، مناطقی با مساحت بالا، سازگاری کم با مواد سازه‌ای، مواجههٔ بیشتر مردم، یا سرانه مواجهه و سرعت‌های بالای تحت فشار قرار دادن، است.

۱۰-۴ حدود تمیزی ریزذرات پیشنهادشده

۱۰-۴-۱ در اکثر موارد، تمیزکاری مناسب فیلم روغن و حفاظت فوری سطح تمیزشده، آلایش ریزذرات را تا سطوح قابل قبولی کاهش می‌دهد. بازرسی آلایش ریزذرات از بازرسی آلایش فیلم روغن آسان‌تر است. آشکارا، هر آلایش ریزذرات نامطلوب است. در مواردی که زیرذرات موادی بی‌اثر هستند (اکسیدهای فلزی یا سرامیک‌ها)، نه موادی اشتعال‌پذیر مانند خاک فلزات، کربن، یا پلیمرها، نگرانی کمتر است.

۱۰-۴-۲ در خصوص موضوع تمیزی ریزذرات، تمرکز اصلی باید بر روی طبیعت ریزذرات (در صورت معلوم بودن)، حضور مناطقی که ریزذرات در صورت مهاجرت از سیستم ممکن است تجمع یابند، و ماهیت مناطقی که آن‌ها ممکن است تاثیرگذار باشند، معطوف شود.

۱۱ بازرسی

۱۱-۱ روش‌های بازرسی موجود در حال حاضر، از ساده تا پیچیده طبقه‌بندی شده‌اند. به طور نوعی، روش‌های ساده دارای حساسیت‌هایی قادر به تشخیص موثر آلایش در سطوح قابل قبول برای کاربردهای سیستم‌های اکسیژن نیستند. به‌طور مشابه، روش‌های پیچیده اغلب برای استفاده‌های عمومی غیرعملی هستند. در نتیجه، محدودهٔ کاربرد روش‌های موجود محدود شده است، و به‌طور مداوم روش‌های بازرسی بهتری جست‌وجو می‌شود. جدول ۶ حاوی فهرستی از برخی آزمون‌های موجود همراه با توصیف مختصر آنهاست که در برخی کاربردها به رسمیت شناخته شده‌اند.

۱۱-۲ روش بازرسی ساده

روش‌های بازرسی ساده، کمّی نیستند و برای تشخیص استثناهای ناخالص مانند قطعاتی که از روش‌های تمیزکاری نادیده گرفته شده‌اند یا قطعاتی که پس از تمیزکاری، مجدداً آلاییده شده‌اند، به کار می‌روند. این روش‌ها نباید برای آزمون تمیزی کافی اجزا به کار برده شوند مگر اینکه معلوم شود اجزا، فرآیند تمیزکاری خاصی را تحمل می‌کنند و تلاش‌ها برای حفظ تمیزی آن‌ها صورت می‌گیرد، ماهیت آلایش‌گرها در اجزا قبل

از تمیزکاری شناخته شده باشد، و حساسیت کافی روش بازرسی در رابطه با آن آلایش‌گرهای خاص، ایجاد شده باشد. روش‌های بازرسی ساده نباید برای پی بردن به تمیزی اجزا در مناطق ناشناخته به کار برده شود.

جدول ۶ -آزمون‌های تمیزی سطح

نام آزمون	روش آزمون	ویژگی‌های محدودیت‌ها
بصری	بررسی با چشم غیرمسلح یا با میکروسکوپ	ذهنی است اما به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ با ریزذرات خیلی موثر است؛ استفاده از کارور میکروسکوپ آموزش‌دیده، اعتبار نتایج آزمون را افزایش می‌دهد. برای فیلم‌های نامرئی کمتر اثربخش است
دستمال کاغذی یا پارچه سفید،	سطح با تکه‌ای از دستمال کاغذی سفید رنگ یا پارچه سفید مالیده می‌شود. گریس یا دوده قابل مشاهده است.	به خاک‌های قابل مشاهده محدود است.
شکست آب	به طور طبیعی پس از آخرین شستشو با آب تمیز به کار می‌رود. در همان حین که آب از قسمت می‌چکد، هر شکست در پیوستگی یا عقب‌روی فیلم آب مشاهده می‌شود.	آزمون کیفی برای خاک‌های آب گریز؛ آلایش‌گرهای موجود در آب حساسیت را کاهش می‌دهند؛ استفاده از آب یون‌زدایی‌شده و بازرس آموزش‌دیده ممکن است حساسیت را تا ضخامت یک مولکولی از آلایش‌گرها افزایش دهد.
وزن‌سنجی	قطعهٔ مورد آزمون قبل و بعد از تمیزکاری وزن می‌شود، یا خاک باقی‌مانده از حلال تمیزکننده تبخیرشده وزن می‌شود.	نتایج حساسیت خوبی (۵×۱۰^{-۵} gm/cm^2) نشان می‌دهد، اما بیشتر نشان‌دهندهٔ اثربخشی روش تمیزکاری است تا تمیزی سطح.
کاغذ فروسیانید	کاغذ در محلولی از NaCl، $K_3Fe(CN)_6$ و $K_4Fe(CN)_6$ در آب غوطه‌ور و خشک می‌شود. کاغذ مرطوب‌شده و بر روی سطح فلز قرار داده می‌شود، سپس جدا شده و در آب تمیز شسته می‌شود. مناطق روشن بر روی کاغذ بر اثر خاک بر روی فلز ایجاد می‌شوند.	محدود به فلزات فروس و آزمون‌های آزمایشگاهی.
غوطه‌وری مس	پانل‌های تمیزشدهٔ فلزی در محلول اسیدی مس سولفات غوطه‌ور می‌شوند.	برق‌زدن پیوسته و ذاتی مس نشان‌دهندهٔ تمیز شدن سطح است؛ مناطقی بدون برق‌زدن و/ یا برق‌زدن ضعیف نشان‌دهنده آلایش سطح می‌باشند. به فلزات فروس محدود است؛ به کاروران مجرب نیاز دارد.

ادامهٔ جدول ۶ -آزمون‌های تمیزی سطح		
نام آزمون	**روش آزمون**	**ویژگی‌های محدودیت‌ها**
حلقه حلال	قطره‌ای از حلال به صورت مکرر ته‌نشست می‌شود و از روی سطح آزمون برداشته می‌شود و در نهایت بر روی اسلاید کوارتزی یا شیشه‌ای ته‌نشست و خشک می‌شود. اگر آلایش موجود باشد، حلقه‌ای بر روی اسلاید ایجاد می‌شود.	با فرض استفاده از حلالی با خلوص بالا قادر به شناسایی متعاقب با اسپکتروفوتومتری فروسرخ است.
حلال	پس از هر مرحله تمیزکاری، حلال مورد استفاده از طریق صافی‌های غشایی فیلتر و از نظر درجات آلایش ریزذرات بررسی می‌شوند. همچنینی NVR پایش می‌شود. در صورت استفاده از تمیزکننده‌های یونی، مقاومت محصول شست‌وشوی آب یون‌زدایی‌شده، پایش می‌شود.	روش غیرمستقیم، اگر حلال، بیش از این نتواند موجب حذف آلایش شود، تمیزی قابل قبول تلقی می‌شود.
اتمی‌کننده	سطوح تمیز و خشک می‌شوند. آب به وسیله یک اتمی‌کننده به صورت اسپری به کار برده می‌شود. الگوی قطرک با زاویه تماس نزدیک‌شونده برای تعیین تمیزی سطح، مورد مشاهده قرار می‌گیرد.	حساس است اما فقط برای خاک‌های آب‌گریز؛ نتایج تحت تاثیر زمان اسپری، فاصله نازل تا قطعه، فشار هوای اتمی‌کننده و دمای محیط است؛ قابل کاربرد برای قسمت‌هایی با سطح مقطع کوچک از فولاد زنگ‌نزن یا طلا. سطح باید نرم و عاری از فیلم‌های شوینده قابل خیس‌شدن باشد.
زاویه تماس	پرتو نور به قطرک آب بر روی سطح مورد آزمون تابانده می‌شود. زاویه پرتو منعکس‌شده نشانگر زاویه تماس یا زاویه برخورد است. زوایای تماس بزرگتر نشانگر مقادیر بالاتر آلایش است.	فقط بر روی آلایش‌گرهای آب گریز خیس‌نشونده موثر است.
آزمون حلقه	قطرک آب بر روی سطح یک حلقه سنجش به صورت مکرر پایین آورده می‌شود تا با سطح آزمون تماس پیدا کند. تعداد تماس‌ها، یا تعداد B، نشانگر تمیزی سطح است.	برای اینکه تکرارپذیر باشد، باید به وسیله یک کارور آموزش‌دیده انجام شود؛ معیار خیس‌پذیری سطح.

۳-۱۱ روش‌های بازرسی پیچیده

روش‌های بازرسی پیچیده معمولاً کمّی و دارای حساسیت‌های بالا برای آشکارشدن درجات پایین آلایش‌ها هستند. در خیلی از موارد، روش‌های پیچیده برای استفاده در هر جزء غیرعملی هستند. در نتیجه، در برخی موارد تمیزی استنباط می‌شود. در برخی موارد، ممکن است بازرسی پیچیده برای اجزای معرف به صورت تصادفی انتخاب‌شده به کار گرفته شود، یا ممکن است برای کنترل کیفی یک فرآیند تمیزکاری پس از فرض

تمیزی استنباط‌شده اجزا به کار رود. ممکن است برای حصول اطمینان از اعتمادپذیری این روش‌ها یا استنباط، رویکردهای کنترل کیفی صنعتی به کار گرفته شوند.

۴-۱۱ روش‌های بازرسی موجود

دو نوع از روش‌های بازرسی برای استفاده ارائه شده‌اند. آزمون‌های نوع I کیفی هستند و به عنوان معیار "رد-قبول" در نظر گرفته شده‌اند. آزمون‌های نوع II کمّی هستند و درجات متعددی را برای اعمال کنترل فزاینده بر روی آلایش‌گرهای اندازه‌گیری‌شده و ارائهٔ درجات مورد استفاده در سازمان‌های مختلف، فراهم می‌کنند.

۱-۴-۱۱ نوع I: آزمون‌های کیفی

۱-۱-۴-۱۱ آزمون ۱-بازرسی بصری مستقیم (نور سفید)

بازرسی بصری مستقیم معمول‌ترین آزمون مورد استفاده برای تعیین حضور آلایش‌گرها مانند روغن، گریس‌ها، مواد نگه‌دارنده، رطوبت، محصولات خوردگی، سرباره جوش، پرکننده‌ها[1]، تراشه‌ها، و دیگر مواد خارجی است. مورد برای حضور آلایش‌گرها تحت نور سفید شدید در غیاب تجمع الیاف پرز، بازرسی می‌شوند. این روش ریزذرات بزرگتر از ۵۰ µm و رطوبت، روغن‌ها، گریس‌ها، و غیره را در مقادیر نسبتاً بزرگ آشکار می‌کند. هر آلایش‌گر بصری عاملی برای تمیزسازی مجدد است.

۲-۱-۴-۱۱ آزمون۲: بازرسی بصری مستقیم (پرتو فرابنفش)

نور فرابنفش (UV) در خیلی از روغن‌ها یا گریس‌های آلی ولی نه همهٔ آنها، در صورتی که با نور سفید قابل ردیابی نباشند، باعث فلوئورسانس می‌شود. سطح در تاریکی یا نور آرام و با استفاده از تابش نور فرابنفش در طول موج بین ۲۵۰ nm و ۳۷۰nm و شدت ۸۰۰ $\mu W/cm^2$ مشاهده می‌شود. در اثنای بازرسی فرابنفش، روغن‌های فلوئوروکربن فلوئورسانس نمی‌کند و بنابراین نمی‌تواند به وسیله این روش ردیابی شود. برخی مواد مانند پرز کتان که فلوئورسانس می‌کنند ممکن است قابل قبول باشند مگر اینکه در مقادیر مازاد موجود باشند. تجمع‌های پرز یا گردوخاک که ممکن است تحت نور سیاه قابل مشاهده باشد باید با دمش هوا یا نیتروژن خشک و عاری از روغن، پاک‌کردن با یک پارچه تمیز عاری از پرز، یا تحت خلأ قرار دادن، حذف شوند. اگر فلوئورسانس به صورت خال، لکه، سیاه‌شدن، یا فیلم ظاهر شود، کل جزء را دوباره تمیز کنید.

یادآوری - نورUV می‌تواند زمانی که هیچ آلایشی موجود نباشد، فلوئورسانس کند. اگر این اتفاق بیفتد، منطقه را دوباره تمیز کنید و دوباره با نور UV آزمایش کنید. اگر فلوئورسانس باز هم ادامه یافت، باید آن را به عنوان خطای مثبت فرض کرد و نادیده گرفت. همچنین شایان ذکر است که در خیلی از موارد بازرسی بصری با نور سفید و نور UV می‌تواند برای کنار گذاشتن یک جزء مورد استفاده قرار گیرد؛ به هر حال، آن‌ها نمی‌توانند برای پذیرفته‌شدن یک جزء مورد استفاده قرار گیرند.

۳-۱-۴-۱۱ آزمون ۳:آزمون پاک کردن

این آزمون برای تشخیص آلایش‌گرها در مناطق غیرقابل دستیابی از نظر بصری مورد استفاده قرار می‌گیرد و اغلب به عنوان مکمل بازرسی بصری فوق‌الذکر به کار می‌رود. سطح را به آرامی با یک کاغذ تمیز سفید عاری از پرز یا پارچهٔ عاری از پرز، خشک یا خیس‌خورده با آب یا حلال، بمالید، سپس آن را تحت نور سفید یا فرابنفش امتحان کنید. منطقه نباید چنان سخت مالش داده شود که فیلم‌های اکسیدی را حذف کند، چون

1 -Fillings

که در این حالت با آلایش سطحی اشتباه گرفته می‌شود. تغییر رنگ محیط پاک‌سازی عاملی برای تمیزکاری مجدد است.

۱۱-۴-۱-۴ آزمون۴:آزمون شکست آب

این آزمون ممکن است برای پایش برخی از مانده‌های روغنی یافت‌شده توسط سایر روش‌ها، به کار رود. با اسپری‌کردن آب تمیز، خیس کنید. با این کار، باید لایهٔ نازکی تشکیل شود و به مدت حداقل ۵ ثانیه غیرشکسته باقی بماند. بیدینگ[1] قطره‌های آب نشان‌گر حضور آلایش‌گرهای روغن است. اساساً این روش به سطوح افقی محدود شده است، و توانایی آن برای شناسایی روغن‌های محلول در آب تعیین نشده است. بیدینگ آب موجب بازتمیزکاری است.

۱۱-۴-۱-۵ آزمون ۵: استخراج گازی

در آزمون‌های استخراج گازی، بخار گاز تمیز عاری از ذرات برای همراه‌بری[2] آلایش‌گرها و انتقال آن‌ها به وسیله آشکارسازی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. همانند روش‌های استخراج با حلال، این روش به‌خاطر عدم قابلیت آن برای حذف تمامی آلایش‌های موجود، محدود شده است. از آنجا که همراه‌بری فیزیکی واقعی ناممکن است، این رویکرد در اثبات تمیزی ناکافی اثربخش‌تر است تا کمّی‌کردن مقدار آلایش موجود. این رویکرد اساساً برای بازرسی ذرات اثربخش‌تر است، استخراج با حلال برای روغن‌های موجود، موثر است. حضور ذرات قابل آشکارسازی، عاملی برای بازتمیزکاری است.

۱۱-۴-۲ نوع II:آزمون‌های کمّی

در این روش تصدیق، عمدتاً به خاطر ویژگی‌های حلال و سرعت‌های تبخیر بالا، از حلال‌ها به عنوان عوامل تصدیق‌کننده استفاده می‌شود. هنگام انتخاب جایگزینه‌های حلال، باید به سمیت، اشتعال‌پذیری، و سازگاری با مواد و همچنین قابلیت تمیزکاری آنها توجه شود. اساساً ترپن‌ها و حلال‌های بر پایه مرکبات با سرویس اکسیژن سازگار نیستند. در روش‌های تصدیق کمّی می‌توان از آب یون‌زدایی‌شده استفاده کرد. مثال‌هایی از حلال‌هایی که هم‌اکنون مورد استفاده قرار می‌گیرند به شرح زیر است، اما محدود به آنها نیست:

الف- هیدروفلوئوروکلروکربن‌ها، مانند Asahiklin AK 225

ب- هیدروفلوئوروکربن‌ها، مانند DuPont Vertrel یا Vertrel MCA

پ- هیدروفلوئورواترها، مانند 3M HFE 7100 یا 71DE

ت- آب/حلال‌های بر پایهٔ آب

۱۱-۴-۲-۱ آزمون۱: آزمون استخراج حلال

ممکن است از این روش به‌عنوان مکمل برای روش‌های بصری یا بررسی سطوح دستیابی‌ناپذیر با استفاده از حلال برای استخراج و تعیین‌مقدار آلایش‌گرها در بازرسی استفاده شود. برای آگاهی از روش‌های اجرای این آزمون به استانداردهای ASTM F331 و ASTM G136 مراجعه کنید. آزمون استخراج حلال با قابلیت آن برای رسیدن به آلایش‌گرهای موجود و حل کردن آن‌ها محدود می‌شود. ممکن است اجزای مورد آزمون قرارگرفتهٔ تجهیزات دارای موادی باشند که به وسیله حلال مورد حمله قرار گرفته و از این طریق تولید نتایج

1-Beading
2-Entrainment

اشتباه بکنند. حلال مورد استفاده با یکی از روش‌های زیر برای تعیین مقدار مانده‌های غیرفرار مورد آزمون قرار می‌گیرد. سطح اقلام مورد آزمون را در حلالی با ماندهٔ کم متناسب با مساحت سطح اقلامی که باید تمیز شود، فلاش کنید، بشویید یا غوطه‌ور سازید. میزان نوعی برابر mL/m^2 ۱۱۰۰ است. این مقدار ممکن است برای قسمت‌های کوچکتر از m^2 ۰٫۱ به mL ۱۰۰ تنظیم شود. ممکن است برای اجزای خیلی بزرگ، روش نمونه‌برداری آماری مورد استفاده قرار گیرد به این صورت که مناطق کوچکتر متعددی در یک الگوی تصادفی شسته می‌شوند تا کل اجزا تمیز شود. نمونه معرف حلال مورد استفاده را فیلتر کنید. مقدار معینی تا خشکی تقریباً کامل، تبخیر می‌شود و سپس برای تبخیر نهایی و توزین به یک بشر کوچک توزین‌شده انتقال می‌یابد. مواظب باشید تا مانده را بیش از حد گرم نکنید. با همان شیوه، وزن مانده از مقدار یکسانی از حلال تمیز تعیین می‌شود. برای محاسبه مقدار آلایش‌گر استخراج‌شده در مترمربع مساحت سطح تمیزشده، از تفاوت وزنی دو باقی‌مانده استفاده کنید. مقدار تعیین‌شده از نمونه را در حلال‌های مستعمل فیلترنشده در یک مخروط ایمهاف[1] قرار دهید و آن را تا خشک شدن، تبخیر کنید. حجم مانده را می‌توان به طور مستقیم محاسبه کرد و برای محاسبه آلایش‌گر استخراج‌شده در مترمربع مساحت سطح تمیزشده به کار بست. می‌توان با تبخیر مقادیر مازاد حلال در مخروط ایمهاف مشابه به حساسیت‌های بالاتری دست یافت. نمونه با مقدار معینی از حلال مورد استفاده و نمونهٔ مشابه از حلال تازه را با عبور نور از آنها، مقایسه کنید. باید تفاوت کمی در رنگ حلال‌ها موجود باشد و ذرات خیلی کمی هم موجود باشند. مواد هیدروکربن و ذره‌ای تعیین‌شده با فرآیند بازرسی نباید از مقادیر تعیین‌شده توسط کاربر تجهیزات تجاوز کند. ممکن است با آنالیز شیمیایی مقایسه‌ای ماهیت آلایش‌گرها تعیین شود.

۱۱-۴-۲-۲ کربن آلی کل (TOC)[2]

هنگامی که آب به عنوان حلال تصدیق‌سازی کمّی به کار برده شود، استخراج فراصوت آبی برای رهایش مواد آلی و ریزذرات از سطوح اتصالات و قطعات کوچک برای آنالیز TOC مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش، انرژی فراصوت با چگالی بالا برای شکستن مواد آلی باقی‌مانده به میسل‌هایی[3] که به مدت محدودی در محلول باقی می‌مانند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. محتوای کربن کل با استفاده از آنالیزور کربن با احتراق کامل، تعیین می‌شود. برای اینکه معرف واقعی آلایش‌گر باشد، آب با محتوای مواد آلی و ریز ذرات کم مورد نیاز است. استخراج فراصوت، آب را گاززدایی می‌کند تا نقش کربن‌دی‌اکسید در کربن کل حذف شود. آزمون برای برقراری کارآیی حذف مواد آلی و فاکتور رقیق‌سازی برای پیکربندی خاصی اجرا می‌شود. برای آگاهی از جزئیات بیشتر به استاندارد ASTM G144 مراجعه کنید.

۱۱-۴-۲-۳ درجات تمیزی

درجات تمیزی زیر معرف موارد مورد استفاده به وسیله صنایع مختلف هستند.

۱۱-۴-۳ مواد باقی‌مانده غیرفرار که می‌مانند باید به صورت زیر باشند:

۱۱-۴-۳-۱ سطح A: کمتر از mg/m^2 ۱۱،

1-Imhoff
2-Total organic carbon
3-Micelles

۱۱-۴-۳-۲ سطح B: کمتر از mg/m^2 ۳۳،

۱۱-۴-۳-۳ سطح C: کمتر از mg/m^2 ۶۶،

۱۱-۴-۳-۴ سطح D: کمتر از mg/m^2 ۲۲۰،

۱۱-۴-۳-۵ سطح E: کمتر از mg/m^2 ۵۵۰،

۱۱-۴-۳-۶ سطح F: مشخص‌شده به وسیلهٔ کاربر یا تامین‌کننده اجزای مورد بررسی.

۱۱-۴-۳-۷ آزمون ۲

آزمون استخراج با حلال‌های ناآبی[1] برای یافتن جمعیت ریزذرات نمونه حلال به‌دست‌آمده از آزمون ۱ مورد استفاده قرار می‌گیرد به جز اینکه به جای تبخیر فوری، نمونه از کاغذ صافی عبور داده می‌شود تا ذرات معرف را بگیرد. روش‌های آزمون ASTM F312 و SAE ARP 598 روش‌هایی هستند که برای یافتن جمعیت‌های ذرات در سیالات هوافضا مورد استفاده قرار می‌گیرند. این روش تصدیق تمیزکاری فقط معرف درجهٔ بالقوه تمیزی است. به دنبال تعیین کربن کل، محصول‌شست‌وشو فیلتر می‌شود و جمعیت ریزذرات با روش‌هایی مانند روش‌های آزمون ASTM F312و SAE ARP 598 تعیین می‌شود. سطوح جمعیتی ذرات ارائه‌شده در زیر معرف مواردی است که در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند، "X" اندازه ذرات شمارش‌شده است:

جدول ۷- سطوح جمعیتی ذرات

سطوح آزمون	ذرات مجاز (تعداد)	محدودهٔ اندازه (µm/100mL)
سطح ۱۷۵	۰	X >۱۷۵
	۱	۱۰۰ < X <۱۷۵
	۵	۵۰ ≤ X <۱۰۰
	۲۰	X <۵۰
	۵	الیاف
سطح ۳۰۰	۰	X >۳۰۰
	۵	۱۷۵ < X <۳۰۰
	۲۰	۱۰۰ ≤ X <۱۷۵
	بدون مرز	X <۱۰۰
	۲۵	الیاف

1-Nonaqueous

ادامهٔ جدول ۷- سطوح جمعیتی ذرات		
سطوح آزمون	**ذرات مجاز (تعداد)**	**محدودهٔ اندازه (µm/100mL)**
سطح ۵۰۰	۰	X >۵۰۰
	۵	۳۰۰< X <۵۰۰
	۲۰	۱۷۵ ≤ X <۳۰۰
	۱۰۰	۱۰۰ < x <۱۷۵
	بدون مرز	X <۱۰۰
	۱۰۰	الیاف
مشخص‌شده به وسیلهٔ کاربر		

۱۱-۴-۴ دمش (بلودان) با گاز[1]

این آزمون بر اساس همراه‌بری آلایش‌گرها بر روی کاغذ صافی با حداقل اندازه است. از این رو، بازرسی با کاغذ، ناکافی‌بودن تمیزی را آشکار می‌کند، نه درجهٔ تمیزی موجود را. این آزمون کیفی است اما منجر به داده‌های کمّی می‌گردد.

۱۱-۴-۴-۱ از وسیلهٔ دمنده[2] یا ابزارهای مشابه برای نگه‌داشتن صافی دیسک با قطر سوراخ‌های میکرو استفاده کنید. قطر دیسک، اندازه سوراخ‌ها، و اندازه توری، بستگی به حداکثر مقدار آلایش‌گر مجاز برای فرآیند تحت تمیزکاری دارند. پالاییدن گاز بر روی سطح آزمون و از میان کاغذ صافی منجر به همراه‌بری آلایش‌گرها می‌شود. بازرسی ذرات با روش‌های نوری طبق استاندارد ASTM E312 یا ARP 598، اندازه و جمعیت ذرات را نشان خواهد داد، در حالی که لکه‌های فلوئورسانت نشان‌گر آلایش هیدروکربنی است.

۱۱-۵ آزمون‌های اختیاری

ممکن است بسته به آلایش‌گر خاص مورد انتظار یا نوع اجزایی که باید تمیز شود، آزمون‌های اختیاری زیر مورد نیاز باشند.

1-Gas Blowdown
2-Blow horn

۱۱-۵-۱ آنالیز دستگاهی

سیستم‌های دستگاهی زیادی برای تعیین اندازه ذره و توزیع آن وجود دارند. روش‌های پراکنش و وقفهٔ نور[1] از از آنالیزهای دستگاهی ذرات، پرکاربردترین انواع می‌باشند، زیرا می‌توانند با خودکارشدن، داده‌های واقعی از فرآیندهای تولید فراهم کنند.

۱۱-۵-۲ پراکنش نور

در این روش، از تغییرات شدت نور پراکنده‌شده (انعکاس و انکسار) به وسیله ذرات در راستای حس‌گر استفاده می‌شود. اندازه ذراتی که می‌توانند مورد اندازه‌گیری قرار بگیرند، ۰٫۵ µm و کمتر بسته به نوع تجهیزات است. از معایب این روش، بحرانی‌بودن زاویه حس‌گری است؛ تغییرات در رنگ و چگالی محیط سیال بر آشکارسازی تاثیر می‌گذارد؛ و سیستم نمی‌تواند ذرات را به هنگامی که ضریب شکست سیال و ذرات برابر است، آشکار کند.

۱۱-۵-۳ وقفهٔ نور

اندازه ذرات با تغییر در شدت نور تولیدشده به وسیلهٔ ذرات در اثنای گذر از میان منبع نور و حس‌گر نور، تعیین می‌شود. این سیستم دارای چندین مزیت است که از جمله آن‌ها قابلیت اندازه‌گیری ذرات در گاز یا مایع، عدم وابستگی به ویژگی‌های ذرات، تمایز دقیق اندازهٔ ذرات، است. عیب روش، عدم قابلیت در آشکارسازی ذرات در هنگامی است که ضریب شکست ذرات و سیال یکسان است. ذرات با اندازه ۰٫۵ µm و بزرگتر از آن را می‌توان آشکار کرد.

۱۱-۵-۴ در روش دیگر استخراج با حلال، از تکنیک جذب فروسرخ استفاده می‌شود. از آن جا که اکثر روغن‌های خام و محصولات نفتی تصفیه‌شده دارای پیوندهای هیدروکربن با باند جذبی قوی در محدودهٔ ۳٫۴ µm تا ۳٫۵ µm می‌باشند، دستگاهی که این جذب فروسرخ را اندازه‌گیری می‌کند، می‌تواند به درستی آلایش روغن را تعیین کند. سپس می‌تواند به صورت قسمت در میلیون (حجم نمونه) حلال استخراج‌شده و مرتبط با مساحت شسته‌شده را گزارش کند.

۱۱-۵-۵ به دلیل نامطلوبی کلروفلوئوروکربن‌ها به عنوان حلال، بسیاری از حلال‌های جایگزینه برای استفاده به عنوان سیال تصدیق تمیزی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. آزمون‌های جایگزینهٔ زیادی علاوه بر موارد فوق‌الذکر، مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. این روش‌ها مشتمل بر توربیدیمتری[2]، روش‌های کشش سطحی، آنالیز کربن آلی کل، و اصلاح و بهبود آزمون‌های فوق‌الذکر است.

۱۲ بسته‌بندی و نشانه‌گذاری بسته‌ها

۱۲-۱ بسته‌بندی

۱۲-۱-۱ پس از تمیزکاری اجزا و تجهیزات اکسیژن و تصدیق برآورده‌شدن معیارهای تمیزی تعیین‌شده، ضروری است که اقداماتی به‌سرعت انجام شوند تا از آلایش مجدد جلوگیری شود. این امر به‌ویژه موقعی اهمیت می‌یابد که قرار است اجزا یا تجهیزات اکسیژن حمل و ذخیره شوند. شایان ذکر است که مواد

1-Light interruption
2-Turbidimetry

بسته‌بندی یا درزبندی که در تماس با اجزا یا تجهیزات تمیز قرار می‌گیرند، باید دارای درجهٔ تمیزی مساوی یا بالاتر از واحدهای اکسیژنی باشند که باید بسته‌بندی یا درزبندی شوند.

۱۲-۱-۲ دهانه‌های اجزاء یا تجهیزات باید با استفاده از کلاهک‌ها، مجرابندها، فلنج‌های کور، یا دیگر وسیله‌ها برای جلوگیری از آلایش درزبندی شوند. ممکن است پوشش‌های بادوام مانند صفحات فلزی بر روی دهانه‌های اجزای بزرگ به صورت مخروط قرار گیرند و از آلایش مجدد جلوگیری کنند، تا زمانی که خود منبع آلایش نشوند. اجزا و تجهیزات خیلی کوچک را می‌توان در کیسه‌های پلاستیکی مناسب بسته‌بندی کرد.

۱۲-۱-۳ معمولاً کلاهک‌ها، مجرابندها، یا کیسه‌های پلی‌اتیلنی برای درزبندی و حفاظت اجزای تمیز از نظر اکسیژن به‌کار می‌روند. ممکن است کاربر بخواهد که کلاهک‌ها، مجرابندها، کیسه‌ها یا دیگر انواع درزبندی‌ها و پوشش‌های حفاظتی PCTFE در اجزای و تجهیزات تمیزشده اکسیژن مورد استفاده قرار گیرند.

۱۲-۱-۴ ترکیبات پوشش‌دهی غوطه‌وری داغ[1] نباید برای هر هدفی مورد استفاده قرار گیرند، زیرا حذف کامل همهٔ مواد در مونتاژ مشکل خواهد بود. درپوش‌های لاستیکی یا چوب‌پنبه‌ای، کاغذی و پارچه‌ای برای استفاده در سطوح خیس‌شده با سیال مناسب نیستند، زیرا آن‌ها رسوب‌های آلی را بر جای خواهند گذاشت که بعداً می‌تواند آغازکنندهٔ انفجار یا آتش‌سوزی به هنگام مونتاژ سیستم اکسیژن شوند. فقط از مواد نگه‌دارندهٔ سازگار با اکسیژن باید در تجهیزات اکسیژن استفاده شوند.

۱۲-۲ نشانه‌گذاری بسته

۱۲-۲-۱ اقلام اکسیژن تمیزشده و بسته‌بندی‌شده باید به وضوح نشانه‌گذاری شود و مشتمل بر اطلاعات زیر باشد:

۱۲-۲-۱-۱ تولیدکننده، شناسه‌گذاری اجزا، تاریخ تمیزکاری، بخش یا موسسه مسئول،

۱۲-۲-۱-۲ اطلاع‌رسانی درباره اینکه اقلام به‌طور ویژه برای خدمات اکسیژن تمیز شده‌اند مانند تمیزشدهٔ اکسیژنی، تمیزشده برای خدمات اکسیژن یا تمیزشده به‌طور ویژه،

۱۲-۲-۱-۳ مشخص کردن روش تمیزکاری مورد استفاده، مانند "تمیزشده بر اساس این استاندارد ملی (شمارهٔ استاندارد ذکر شود)، تصدیق نوع I، آزمون ۱ تا ۴، نوع II، آزمون ۱، سطح A، و آزمون ۲، سطح ۱۷۵ یا تمیزشده بر اساس هر استاندارد دیگر یا مشخصات ارائه‌شده توسط تولیدکننده یا خریدار، و

۱۲-۲-۱-۴ هشداری درباره عدم بازکردن تجهیزات قبل از موعد مقرر، برای مثال: «قبل از آماده‌شدن برای نصب، باز نکنید»، یا «به جز در محیط تمیز کنترل‌شده باز نکنید».

۱۳ برقراری تمیزی در اثنای مونتاژ

۱۳-۱ عملکردهای تمیزی را در حین مونتاژ اجزای تمیزشده رعایت کنید تا تمیزی آن‌ها برقرار بماند. بهترین عملکردها مربوط موارد زیر را دربرمی‌گیرند، اما به آن‌ها محدود نمی‌شوند:

۱۳-۱-۱ قبل از مونتاژ، همهٔ اتصالات، لوله‌ها، و اجزا را گردآوری کنید و آن‌ها را به سبک خطی مونتاژ کنید.

1-Hot dip coating compounds

۱۳-۱-۲ اقلام را فقط زمانی که آمادهٔ نصب است، از کیسه خارج کنید.

۱۳-۱-۳ مقدار روان‌کنندهٔ مورد استفاده را به حداقل برسانید، و از سازگار بودن روان‌کننده با خدمات اکسیژن، اطمینان حاصل کنید.

۱۳-۱-۴ آلایش‌گرهای تولیدشده از مونتاژ و دمونتاژ را از طریق ممانعت از کندگی[1] در اتصالات رزوه‌دار، محدود کنید.

۱۳-۱-۵ از نوار PTFE بر روی اتصالات NPT و روان‌کننده‌های سازگار با اکسیژن در رزوه‌ها استفاده کنید. اطمینان حاصل کنید که نوار به کار برده‌شده درون مسیر جریان امتداد نیابد. استفاده از روان‌کننده‌های سازگار با اکسیژن را به حداقل برسانید.

۱۳-۱-۶ از اتصالات مناسب استفاده کنید تا اینکه از مخلوط شدن رزوه‌های لوله‌ها و اتصالات اجتناب شود.

۱۳-۱-۷ قبل از مونتاژ سیستم، شیرهای سیلندر را بپالایید، درزبندی‌ها را قبل از قرار دادن رزوه‌ها در اتصالات انجام دهید، لوله‌گذاری را به درستی پلیسه‌گیری کنید، و هر سرباره از درون لوله‌ها حذف کنید.

۱۳-۱-۸ پس از مونتاژ و قبل از خیس ردن سیستم با اکسیژن، سیستم را با استفاده از نیتروژن گازی شکل تمیز و خشک بپالایید تا هر گونه آلایش‌گر تولیدشده از مونتاژ را از سیستم و محل قرارگیری آن حذف کنید.

۱۴ اطلاعات سفارش‌دهی

۱۴-۱ این استاندارد ممکن است برای توسعه فرآیندهای تمیزکاری برای سیستم‌ها و اجزای اکسیژن استفاده شود.

۱۴-۲ مشخصات این استاندارد باید مشتمل بر موارد زیر باشد:

۱۴-۲-۱ فهرستی از مواد و مشخصات اقلامی که باید تمیز شوند،

۱۴-۲-۲ مشخصات محلول‌های تمیزکننده مورد نیاز (به بند ۸-۴ مراجعه کنید)،

۱۴-۲-۳ الزامات میزان خشکی در درجات نقاط شبنم یا قسمت در میلیون براساس حجم آب،

۱۴-۲-۴ نوع تصدیق تمیزی مورد نیاز (به بندهای ۱۰ و ۱۱ مراجعه کنید)،

۱۴-۲-۵ سطح تصدیق تمیزی مورد نیاز (به بندهای ۱۰ و ۱۱ مراجعه کنید)،

۱۴-۲-۶ الزامات بسته‌بندی (به بند ۱۲ مراجعه کنید)،

۱۴-۲-۷ الزامات مربوط به شواهد بازرسی،

۱۴-۲-۸ تاریخ انقضای اجزا یا سیستم (غیراجباری)، و

۱۴-۲-۹ مشخصات گاز پالایندهٔ مورد نیاز (در صورت وجود).

1 -Galling

پیوست الف
(اطلاعاتی)
تمیزکاری لوله‌گذاری فولاد کربنی

یادآوری- در پیوست‌های الف تا ذ این استاندارد، روش‌های اجرایی تمیزکاری نوعی که در حوزه‌های صنعتی سابقه داشته است، توصیف شده است. این مثال‌ها، به این خاطر انتخاب شده‌اند که به طور ویژه نشان دهند چگونه تک‌تک عملیات تمیزکاری با هم ادغام می‌شوند تا اجزا یا سیستم‌های قابل قبول برای کاربردهای مختلف اکسیژن به‌دست دهند. در این مثال‌ها ادوات ویژه و توالی مناسب عملیات تمیزکاری برای تمیزکاری اجزا برای سیستم‌های اکسیژن ذکر شده است. ارجاعات به روش‌های ویژه فقط جنبهٔ اطلاعاتی دارد. علاوه بر این، حذف یک روش دالّ بر نامناسب بودن آن نیست. جدول الف۱ نمایه‌ها و خلاصه‌ای از ادوات، کاربردها، و رده‌های عمومی روش‌های تمیزکاری مرورشده در پیوست‌های زیر را نشان می‌دهد.

الف-۱ تمیزکاری قبل از جوشکاری لوله‌گذاری فولاد کربنی (مشتمل بر زانوها، قطعه‌های قرقره، و سه‌راه‌ها) تا برای اکسیژن خشک و گازی شکل بالای خدمات ۶۹۹۴ kPa (۱۰۰۰psig) و در سرعت‌های اکسیژن بر اساس
منبع G-4.4 CGA مورد استفاده قرار گیرد. شیرهای جوش‌خورده، اوری‌فیس‌ها و غیره به‌طور جداگانه توسط دیگر روش‌ها تمیز شده‌اند.

الف-۱-۱برای پیش‌ساخت لوله‌ها را به اندازه‌های مناسب ببرید.

الف-۱-۲ سطح داخلی لوله‌ها را با استفاده از شن‌ها (شن، سرباره شکسته، مهره‌های شیشه‌ای، یا معادل آن‌ها) که تمیز، خشک، بی‌اثر، عاری از روغن بر اساس روش آزمون ASTM D2200 باشند، تا سطح قابل قبول B Sa2 ½، شن‌زنی[1] کنید.

الف-۱-۳شن‌های باقی‌مانده را تحت دمش هوا یا نیتروژن خشک عاری از روغن قرار دهید.

الف-۱-۴ (اختیاری) در محیط‌هایی که زنگ‌زدن قبل از نصب یا ساخت محتمل است، تک‌تک اجزا را در یک سیال رویین‌ساز[2] قلیایی مانند محلول آبی سدیم هیدروکسید[3] غوطه‌ور کنید و اجازه دهید که مایع از سطح لوله خشک شود، اما اجازه ندهید که پودلاژ[4] ایجاد کند.

الف-۱-۵ لوله‌ها را در حالی که تمیزی آن تحت حفاظت است، جوشکاری کنید و با پوشیدن دستکش‌های تمیز از تماس با سطوح کثیف جلوگیری کنید تا مواد خارجی وارد نشود، رویه‌های عمومی مونتاژ تمیز را مراعات کنید؛ استفاده از جوش‌کاری سطح ریشه‌ای (GTAW)[5] توصیه می‌شود؛ استفاده از گیره‌های همترازسازی داخلی پیشنهاد نمی‌شود. توصیه می‌شود که اتصال‌ها و جدول جوش‌کاری را پیکربندی کنید تا مانع از تشکیل ذرات در قطر داخلی لوله در اثنای جوش‌کاری شوید. بازرسی و حذف واریزه‌های سست برای تمام کاربردها ضروری است.

1-Grit-blast
2-Passivating

۳ -مشخص شده است که Oakite 444 برای این هدف مناسب است.

4-Puddling
5-GTAW root-pass weld

الف-۱-۶ اگر لوله‌ها بلافاصله مورد استفاده قرار نخواهند گرفت، دهانهٔ لوله را با درپوش بپوشانید. در محیط‌هایی که زنگ زدن قبل از استفاده محتمل است، ممکن است خشکاننده‌ای توی درپوش جای گیرد.

جدول الف۱- نمایه‌های مثال‌های تمیزکاری ویژه

شمارهٔ پیوست‌ها	کاربرد
الف	خط‌لولهٔ فولاد کربنی، تمام سازه‌های حاصل از جوشکاری، بدون فلنج یا پلیمرها
ب	لوله‌های مسی، قطعات برنجی یا فولاد زنگ‌نزن، ۱۰۱ kPa تا ۲۰۶۸۴ kPa (۰ تا ۳۰۰۰ psig) ، قطعات کوچک آلومینیم، ۱۰۱ kPa تا ۱۱۳۵ kPa (۰ تا ۱۵۰ psig)
ب	برنج، شیرهای مسی، اتصالات، یا اجزای چند تکه‌ای
پ	حذف ترکیبات سیلیکون و گریس از شیشه، چینی، و دیگر سرامیک‌ها
ت	حذف ترکیبات سیلیکون و گریس از آلیاژهای قلع، آلومینیم، و روی
ث	حذف ترکیبات سیلیکون و گریس از فولاد زنگ‌نزن، آهن، آلیاژهای آهن، مس، و آلیاژهای مس
ج	تمیزکاری بدنه تنظیم‌کننده شمش برنج ماشین‌کاری‌شده (برنج با برش آزاد CDA-360) برای سرویس اکسیژن گازی ۳۱۱۲۷ kPa (۴۵۰۰ psig)
چ	تمیزکاری آستنتینی، فریتی، مارتنزیتی، و فولاد زنگ‌نزن سخت‌شده با ترسیب
ح	حذف پوشش Aerocoat AR-7 با استفاده از سیستم پاشش آب با فشار بالا
خ	تمیزکاری ظروف ذخیرهٔ گاز غیرلوله‌ای
د	تمیزکاری فولاد زنگ‌نزن
ذ	تمیزکاری شیلنگ پیچیدهٔ فولاد

پیوست ب

(اطلاعاتی)

تمیزکاری مس، برنج، یا فولاد زنگ‌نزن

ب-۱ قطعات کوچک، جدید و غیرمستعمل مس، برنج، یا فولاد زنگ‌نزن برای ۱۰۱ kPa تا ۲۰۶۸۴ kPa (۰ تا ۳۰۰۰ psig) یا قطعات آلومینیمی برای ۱۰۱ kPa تا ۱۱۳۵ kPa (۰ تا ۱۵۰ psig)؛ سرویس اکسیژن گازی یا مایع شیرها و لوله‌گذاری‌ها شامل سطوح ترشده با گاز اساساً صاف و بدون هیچ ناحیهٔ متخلخل یا سوراخ‌های عمیق.

ب-۱-۱ فقط به صورت کاملاً تفکیک‌شده تمیز کنید.

ب-۱-۲ هر آلایش گریس را از پیش تمیز کنید (به بند ۸ مراجعه کنید).

ب-۱-۳ قطعه را به صورت کامل در محلول تمیزکننده غوطه‌ور کنید تا همهٔ سطوح داخلی به مدت حداقل ۳۰ s تر شوند. فقط از شیشه یا فلز در تماس با قطعه یا حلال استفاده کنید.

ب-۱-۳-۱ از استاندارد ASTM G131برای تمیزکاری فراصوتی استفاده کنید.

ب-۱-۴ قطعه را خارج کنید و تمام مایع ناخالص را زهکشی کنید.

ب-۱-۵ با هوا خشک کنید یا تحت دمش هوا یا نیتروژن تمیز و خشک قرار دهید (به بند ۸-۲-۵ مراجعه کنید).

ب-۱-۶ با استفاده از روش‌های جابه‌جایی تمیز، بسته‌بندی یا نصب (به بند ۱۳-۱ مراجعه کنید) کنید.

پیوست پ

(اطلاعاتی)

حذف ترکیبات سیلیکون و گریس از شیشه، چینی، و دیگر سرامیک‌ها

پ-۱ ترکیبات سیلیکون و گریس را با استفاده از یک پارچهٔ خشک یا پارچهٔ یک‌بار مصرف، تا جایی که ممکن است، حذف کنید.

پ-۲ محلولی از ۱۰۰ قسمت اتانول دناتوره و ۱۰ تا ۱۵ قسمت از پتاسیم هیدروکسید ٪۵۰ درست کنید. محلول را تا دمای حدود $65\ ^{\circ}C$ گرم کنید. قطعه را به مدت $5\ min$ الی $10\ min$ در این محلول غوطه‌ور سازید.

یادآوری-شیشه‌آلات و چینی را بیش از $10\ min$ در محلول نگه ندارید تا از حکاری شدن اجتناب شود.

پ-۳ قطعه را با اسپریت‌های معدنی شستشو دهید.

پ-۴ با محلول گرم کرومیک اسید تمیز کنید.

پ-۵ با محلول تازهٔ کرومیک اسید شستشو دهید.

پ-۶ با آب شستشو دهید.

پیوست ت

(اطلاعاتی)

حذف ترکیبات سیلیکون و گریس از آلیاژهای قلع، آلومینیم، و روی

ت-۱ هر قدر از ترکیبات سیلیکون یا گریس را که میسر است با پارچهٔ خشک یا پارچهٔ یک‌بار مصرف، حذف کنید.

ت-۲ محلولی از ۵۰ قسمت از Dowanol DPM یا EB، ۵۰ قسمت از اسپیریت‌های معدنی دارای نقطهٔ اشتعال بالای ۶۰ °C (SSC-Solvent 140) تهیه کنید، یک قسمت سدیم‌هیدروکسید و یک قسمت کرسیلیک اسید.

ت-۳ محلول را تا دمای ۶۵ °C گرم کنید.

ت-۴ قطعه را در این محلول گرم به مدت min ۵ تا min ۱۰ غوطه‌ور سازید تا تمیز شود.

ت-۵ با حلال (مانند DPM یا EB ذکرشده در بالا) شستشو دهید و سپس کاملاً به وسیله آب بشویید.

ت-۶ آب اضافی را حذف کنید و اجازه دهید تا خشک شود.

پیوست ث

(اطلاعاتی)

حذف ترکیبات سیلیکون و گریس از فولاد، آلیاژهای آهن، مس، و آلیاژهای مس

ث-۱ ترکیبات سیلیکون و گریس را با یک پارچهٔ خشک یا پارچهٔ یک‌بار مصرف تا جایی که ممکن است، حذف کنید.

ث-۲ محلولی از ۱۰۰ قسمت از Dowanol DPM یا EB، ۱۰۰ قسمت از اسپریت‌های معدنی دارای نقطه اشتعال بالای $^{\circ}C$ ۶۰ (SSC-Solvent 140) و یک قسمت از سدیم هیدروکسید تهیه کنید.

ث-۳ محلول را تا $^{\circ}C$ ۶۵ گرم کنید.

ث-۴ قطعه را به مدت min ۵ تا min ۱۰ در این محلول گرم، غوطه‌ور کنید.

ث-۵ با حلال‌ها (مانند DPM یا EB فوق‌الذکر) شستشو دهید و سپس کاملاً به وسیلهٔ آب بشویید.

ث-۶ آب اضافی را حذف کنید و اجازه دهید تا خشک شود.

پیوست ج

(اطلاعاتی)

تمیزکاری بدنهٔ رگلاتور شمش برنج ماشین‌کاری‌شده (برنج برش‌داده‌شده CDA-360) برای سرویس اکسیژن گازی PSIG ۴۵۰۰

قطعات به صورت گرمایی پلیسه‌گیری و سپس در تمیزکننده قلیایی گرم گریس‌زدایی می‌شوند. به هر حال، عملیات پلیسه‌گیری گرمایی پوشش اکسیدی سبک روی برنج بر جای می‌گذارد. اما گریس‌زدایی در تمیزکنندهٔ قلیایی گرم همچنین این اکسید را با حداقل تغییر ابعادی یا حکاری از بین می‌برد.

پیوست چ
(اطلاعاتی)
تمیزکاری آستنتینی، فریتی، مارتنزیتی و فولادهای زنگ‌نزن سخت‌شده با ترسیب

چ-۱ تمیزکاری نهایی همهٔ رده‌های فولادهای زنگ نزن برای کاربردهای بحرانی.

چ-۱-۱ تمام آلایش‌های درشت مانند روغن‌ها، گریس، زنگ، و رنگ را با استفاده از یکی از روش‌های توصیف‌شده در بند ۸، حذف کنید.

چ-۱-۲ همهٔ اجزا را در سدیم هیدروکسید در یک مخزن در شرایط توصیف‌شده در زیر، غوطه‌ور سازید. در صورت لزوم، عمل تمیزکاری را به وسیله برس کردن اجزا با برس‌های فولاد زنگ‌نزن یا نایلونی تسهیل کنید. زمان غوطه‌وری min ۵ تا min ۱۵ است، زمان فراصوت‌دهی min ۵ تا min ۱۰ (در اثنای زمان غوطه‌وری فوق‌الذکر)، دمای حمام $^{\circ}C$ ۷۶ تا $^{\circ}C$ ۸۷، و غلظت g ۷۹۶ / ۲۲۶ (۰/۵Ib) از NaOH در l ۳/۷۸ (۱ gal) آب.

چ-۱-۳ اجزا را در آب شیر گرم بشویید یا بخیسانید تا زمانی که همهٔ سطوح به‌طور کامل شسته شوند.

چ-۱-۴ قطعات را در مخزنی حاوی محلول تمیزکننده فسفریک اسید غوطه‌ور کنید و به آن‌ها اجازه دهید تحت شرایط زیر خیس شوند:

در صورت لزوم، عمل تمیزکاری را با برس زدن اجزا با برس‌های فولاد زنگ‌نزن یا نایلونی تسهیل کنید. زمان غوطه‌وری min ۵ تا min ۱۰ است، زمان فراصوت‌دهی min ۳ تا min ۶، دمای حمام $^{\circ}C$ ۵۴ تا $^{\circ}C$ ۶۵، و غلظت برابر l ۰/۵۰۷ (gal ۰/۱۳۴) از فسفریک اسید در l ۳/۷۸ (gal ۱) از آب.

چ-۱-۵ اجزاء را در آب شیر گرم بشویید یا بخیسانید تا همهٔ سطوح به‌طور کامل شست‌وشو شوند.

چ-۱-۶ اجزا را با ایزوپروپیل الکل اسپری کرده، شست‌وشو دهید یا خیس کنید تا زمانی که همهٔ سطوح به طور کامل فلاش شوند.

چ-۱-۷ اجزا را تحت دمش نیتروژن خشک کنید.

چ-۱-۸ فراصوت‌دهی به مدت min ۲ تا min ۵ (به مدرک G SONG مراجعه کنید) انجام شود و به صورت اسپری بشویید و ذرات و نمونه NVR را بگیرید (به بند ۱۱-۱ مراجعه کنید).

پیوست ح
(اطلاعاتی)
حذف میدانی پوشش AEROCOAT AR-7 با استفاده از سیستم پاشش آب با فشار بالا

ح-۱ شرایط

ح-۱-۱ این مثال به حذف پوشش Aerocoat AR-7 از اتصالات لوله‌ها و سخت افزاهای مربوطه بستگی دارد.

ح-۱-۲ این روش اجرایی باید هنگامی انجام شود که دمای محیط بالای صفر درجهٔ سلسیوس است. کار کردن با تجهیزات در دماهای زیر نقطهٔ انجماد ممکن است منجر به تشکیل یخ در مناطق اطراف شود و و برای پرسنلی که در آن محیط کار می‌کنند، مخاطره‌بار گردد.

ح-۱-۳ قبل از هر گونه عمل برای شل کردن و برداشت اتصالات، از برقرار شدن پالایش گاز بی‌اثر داخلی یا فشار ایستای بالای فشار اتمسفر در تمام لوله‌ها و اتصالات تحت تمیزکاری اطمینان حاصل کنید. تحت فشار قرار دادن سیستم موجب جلوگیری از مهاجرت آلایش ناشی از لوله‌ها هنگام شل کردن اتصالات خواهد شد.

ح-۲ روش تمیزکاری

ح-۲-۱ پردهٔ جوش‌کاری را مجاور محیطی که باید تمیز شود، قرار دهید.

ح-۲-۲ لباس محافظ را همان طور که در بند ح-۳-۲ توصیه شده است، بپوشید.

ح-۲-۳ مخزن پاشش آب را با آب شیر سرد پر کنید یا منبع آب را به واحد پاشش آب متصل کنید.

ح-۲-۴ واحد محرک پاشش آب را به پریز برق سه‌فازی ۲۲۰ ولتی و ۳۰ آمپری وصل کنید.

ح-۲-۵ تفنگ پاشش آب را از محل نگهداری آن جابه‌جا و واحد پاشش آب را روشن کنید.

ح-۲-۶ تفنگ پاشش آب را به محیط تمیزکاری حمل کنید. بخار آب را به طرف هیچ کسی نگیرید. محیط کاری باید حداقل به اندازه ۳٫۰۴ m از واحد محرکهٔ موتور فاصله داشته باشد تا از پاشش آب به موتور و ریسک برق‌گرفتگی اجتناب شود.

ح-۲-۷ تفنگ پاشش آب را در حدود فاصله ۲۵٫۴ mm از محیط پوشش داده‌شده بگیرید و همهٔ مناطقی را که نیازمند استریپینگ هستند، آب پاشی کنید. و الگوی منظمی را برای اجتناب از نادیده‌گرفته‌شدن هر ناحیه‌ای، دنبال کنید. ضرورتی ندارد که نازل را در زاویه 90° لوله‌ها یا اتصالات نگه دارید؛ در برخی از موارد زاویه‌دار کردن نازل ممکن است عمل تمیزکاری را افزایش دهد.

ح-۲-۸ تفنگ پاشش آب را به عقب واحد محرکه برگردانید و واحد پاشش آب را خاموش کنید، و تفنگ پاشش آب را به طرف افراد یا واحد محرکه موتور نگیرید. تفنگ پاشش آب را محکم کنید.

ح-۲-۹ برق را از واحد پاشش آب قطع کنید.

ح-۲-۱۰ منطقه تمیزشده را بازرسی کنید و در صورت ضرورت عملیات ح-۲-۷ و ح-۲-۹ را تکرار کنید.

ح-۲-۱۱ اجازه دهید که محیط تمیزشده در هوا خشک شود یا منطقه را با دمش نیتروژن گازی فیلترشده خشک کنید.

ح-۲-۱۲ تصدیق کنید که سیستم به آرامی، در میان گاز بی اثر تحت فشار قرار می‌گیرد.

ح-۲-۱۳ اتصالات را شل کنید و همهٔ اجزای لوله‌گذاری را که باید جایگزین شوند، حذف کنید.

ح-۲-۱۴ پالاییدن سیستم را خاموش کنید.

ح-۲-۱۵ فوراً یک کیسهٔ اتاقِ تمیزِ تاییدشده‌ای را در انتهای باز سیستم لوله‌گذاری باقیمانده قرار دهید، و این کیسه را با نوار اتاقِ تمیزِ قابل قبول محکم کنید تا مانع از ورود آلایش به لوله‌ها شوید.

ح-۲-۱۶ یک کیسهٔ پلی‌پروپیلنی را بر روی کیسه اول بکشید و این کیسه را در محل نواربندی کنید.

ح-۲-۱۷ اجازه دهید همهٔ آب باقیمانده از عملیات تمیزکاری تبخیر شود و سپس پسماند جامد را در صورت ضرورت جاروب کنید.

ح-۲-۱۸ پسماند جامد را طبق مقررات ملی مربوطه دور بریزید.

ح-۳ احتیاط‌های ایمنی

ح-۳-۱ ماشین پاشش آب با فشار بالا در فشار خروجی بیشتر از ۱۳۷۸۹۵٫۱۵ kPa (۲۰۰۰۰ psi) کار می‌کند؛ بنابراین باید با آن مانند یک وسیلهٔ برش رفتار کرد. عمل وسیله برش در حدود ۷۶ mm از سر خروجی مشهود است، و قسمت‌هایی که استریپ نشده‌اند، باید در حداقل فاصله ۷۶ mm از نازل خروجی عمل‌کننده قرار گیرند.

ح-۳-۲ پرسنلی که با سیستم کار می‌کنند باید لباسی شبیه بارانی، پوتین‌های نوک‌فولادی، دستکش‌های عایق از جنس نئوپرن،[۱] محافظ صورت با پوشش کامل، یا محافظ‌های گوش، بپوشند.

ح-۳-۳ پرسنل ایمنی باید این عملیات سیستم تمیزکاری را بازنگری کنند و الزامات ویژه‌ای برای کاربرد آن فراهم کنند. ممکن است مقررات ایمنی ایجاب کند که عملیات توسط دو نفر اجرا شوند، یکی برای کاربرد تفنگ با فشار بالا، ودیگری باید در کنار موتور بایستد و در موارد بروز تصادف یا نقص تجهیزات، سیستم را خاموش کند.

ح-۳-۴ محافظت پاششی اضافی برای مناطق مجاور با محیط کاری ممکن است با قرار دادن یک پردهٔ جوشکاری در اطراف محیط کاری صورت گیرد. پردهٔ جوشکاری از پاشش آب از مناطق خیس‌شده نزدیک عملیات جلوگیری خواهد کرد. این پرده باید شفاف باشد تا پرسنل ایمنی بتوانند عملیات را مشاهده کنند.

۱- بهترین نوع تجاری شماره 725R برای این فرآیند مناسب است.

پیوست خ
(اطلاعاتی)
تمیزکاری ظروف نگهداری گاز با فشار بالا

خ-۱ هدف و دامنه کاربرد

خ-۱-۱ این پیوست حاوی روش‌ها، رویه‌ها، بررسی‌ها، و معیارهای پذیرش برای تمیزکاری ظروف نگهداری گاز با فشار بالاست. هر زمانی که میسر شد باید ظروف با وسایل در دسترس برای نقاشی، بازرسی، و تمیزکاری مجدد مجهز شوند.

خ-۱-۲ این پیوست باید زمانی به کار برده شود که ظروف عاری از روغن و عاری از ذرات و الیاف با اندازه بزرگتر از مقادیر داده‌شده در معیارهای پذیرش باشند.

خ-۲ تمیزکاری مکانیکی

خ-۲-۱ درست قبل از زمان اتمام جوشکاری، در صورت ضرورت تمامی سطوح داخلی را تا رسیدن به فلزات سفید به وسیله سنگ‌زنی، برس‌زنی و ساچمه‌زنی با استفاده از ماسه‌های ریز برای حذف تمامی اکسیدها، پوسته‌ها، گریس، رنگ، و قطره‌جوش‌ها، تمیز کنید.

خ-۲-۲ پس از تمیزکاری طبق بند خ-۲-۱، تمام سطوح داخلی را جاروب کرده تحت خلاء قرار دهید تا تمام آلایش‌های ذرات و الیافی‌شکل حذف شوند.

خ-۲-۳ تمیزی و رهایش را به صورت بصری بازرسی کنید.

خ-۳ جوش بسته‌شده نهایی[1]

خ-۳-۱ جوش بسته‌شده نهایی را طی استفاده از میله جوش با گاز بی اثر بپالایید تا از تشکیل اکسیدها جلوگیری کند.

خ-۳-۲ بعد از به کار بردن گردهٔ رگچه‌ای، سطح داخلی جوش بسته‌شده نهایی را با دستگاه‌های بوروسکوپ یا فیبرهای نوری بررسی کنید تا ببینید که آیا عیوب یا آلایش قابل مشاهده‌ای وجود دارد یا نه. به صورت بصری بازرسی و ترخیص کنید.

خ-۳-۲-۱ اگر عیوب جوش‌کاری یا آلایش‌های قابل مشاهده وجود داشته باشد، جوش بسته‌شده نهایی را تعمیر یا جداکنید، سطح را تمیز کنید و طبق بند خ-۳-۲ دوباره جوش‌کاری کنید، سپس طبق بند ۹-۳-۲ دوباره بررسی کنید.

خ-۴ درزبندی نهایی

خ-۴-۱ پس از بررسی طبق بند خ-۳-۲، ظرف را با نیتروژن تمیز، خشک، عاری از روغن مورد گازدهی قرار دهید و دهانه‌های ظرف را برای جلوگیری از آلایش سطح داخلی درزبندی کنید. تا موقعی که ضرورتی وجود ندارد،، ظروف باید درزبندی‌شده باقی بمانند. در صورت نیاز به باز کردن، دوباره بپالایید و ظرف را بلافاصله پس از انجام عملیاتی که مستلزم باز کردن است، دوباره درزبندی کنید.

1 Final Closure Weld

خ-۴-۱-۱ روش پالاییدن ترجیحی، تخلیه خلاء تا فشار .in ۰٫۵ از جیوه خالص (حداکثر) به مدت حداقل min ۵ در دمای C° ۱۵٫۶ یا بیشتر (یا در فشارهای پایینی یعنی ٪ ۹۶ از فشار بخار آب در دمای ظرف)، و پر کردن با نیتروژن خشک است.

خ-۴-۱-۲ ظرف را می‌توان با تحت فشار قراردادن‌های چندگانه با استفاده از فشارهای بالا با نیتروژن خشک، مورد پالایش قرار داد. دمای نقطهٔ شبنم باید حداکثر C° ۴۰- باشد.

خ-۵ تیمار گرمایی پساجوش (PWHT)[1]

خ-۵ -۱در اثنای PWHT، باید ظرف‌ها در حالت پالاییده یا تحت فشار با نیتروژن باقی بمانند تا از اکسایش داخل آنها جلوگیری کنند.

خ-۶ آزمون هیدرواستاتیک

آزمون هیدرواستاتیک را با استفاده از آب درجهٔ دو طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸ یا محلولی معادل آن فیلترشده از طریق فیلتر فولاد زنگ‌نزن با اندازهٔ منافذ اسمی µm ۱۰ و با اضافه کردن ضدزنگ اجرا کنید.

خ-۷ کلیات

خ-۷-۱ ظرف را با بالا بردن یک انتهای آن برای تسهیل زهکشی، تمیز کنید. در کل، تمیزکاری فرآیندی پیوسته است و نباید پس از اینکه شروع شد، قطع شود. در صورت ضرورت، چرخهٔ تمیزکاری می‌تواند پس از شستشوی مقدماتی یا در طی شستشوی نهایی قطع شود چنان چه ظرف قبلا خشک (طبق بند خ -۱۷) و پالاییده شود (طبق بند خ-۱۸-۱).

خ-۸ گریس‌زدایی

خ-۸-۱ گریس‌زدایی را پس از تکمیل آزمون هیدرواستاتیک انجام دهید.

خ-۸-۲ محلول گریس‌زدایی را با اضافه کردن ترکیبات زیر به آب کانی‌زدوده (طبق بند خ-۶-۱) در مقادیر داده‌شده تهیه کنید:

ترکیب	مقادیر
تری سدیم فسفات	g/l (۱۴/۹۷ تا ۲۹/۹۵)
مادهٔ خیس‌کننده	ml/l (۱۲۵ تا ۲۵۰)

خ-۸-۳ ظرف را با گردش دادن محلول گرم باکمینه دمای C° ۶۰ به مدت تقریبی min۳۰ از طریق یک نازل اسپری فشاری بر تمامی سطح داخلی آن، گریس‌زدایی کنید.

خ-۹ شستشوی مقدماتی

ظرف را بلافاصله پس از گریس‌زدایی با استفاده از اسپری کردن آب کانی‌زدوده از طریق نازل اسپری فشاری بر روی کل سطوح داخلی ظرف شستشو دهید تا زمانی که تمامی آثار شوینده‌ها حذف شوند و pH بین ۶ تا ۸ باشد.

1 - Post-Weld Heat Treatment

خ-۱۰ اسیدشویی

خ-۱۰ -۱ ترجیح داده می‌شود که اسیدشویی بلافاصله پس از شستشوی مقدماتی صورت پذیرد. محلول اسیدشویی باید از دو قسمت هیدروکلریک اسید برونشتد °۲۰ (۳۲~ وزنی) و از ده قسمت آب کانی‌زدوده که از یک صافی با اندازه منافذ اسمی ۴۰ µm گذرانیده شده است، تهیه شود.

خ-۱۰ -۲ ظرف را بلافاصله پس از شست‌وشو، با گردش دادن و اسپری کردن محلول اسیدشویی از طریق نازل اسپری فشار بر روی تمامی سطوح داخلی آن اسیدشویی کنید.

خ-۱۰ -۳ باید زمان اسیدشویی بسته به الزامات ظرف خاصی که تمیز می‌شود بین ۱h تا ۲۴ h باشد.

خ-۱۱ شستشوی میانی

خ-۱۱-۱ظرف را با اسپری کردن آب کانی‌زدوده طبق بند خ-۶-۱ از طریق نازل اسپری فشاری بر روی تمامی سطوح داخلی ظرف، بلافاصله پس از اسیدشویی، بشویید.

خ-۱۱-۲زمان شستشو باید در حدود ۳۰ min و تا حصول pH کمینه برابر ۶ باشد.

خ-۱۲ فلاشینگ سیتریک اسید

خ-۱۲-۱ محلول سیتریک اسید باید از ۳۷۷۰ g (۸ Ib و ۵ oz) از سیتریک اسید در هر ۳۷۸ l (۱۰۰ gal) از آب کانی‌زدوده که از یک صافی با اندازه منافذ اسمی ۴۰ µm گذرانیده شده است، تهیه شود.

خ-۱۲-۲ بلافاصله پس از شستشوی میانی، ظرف را با استفاده از محلول سیتریک اسید و از طریق نازل اسپری فشاری بر روی تمامی سطوح داخلی ظرف، فلاشینگ کنید.

خ-۱۲-۳ زمان فلاشینگ باید تقریباً در حدودmin ۳۰ باشد.

خ-۱۳ شست‌وشوی نهایی و تیمار سطح محافظت شده

خ-۱۳-۱ بلافاصله پس از فلاشینگ (قبل از خشک شدن سطح داخلی)، تمامی سطوح داخلی را با محلولی از آب کانی‌زدوده (طبق بند خ-۶-۱) به مدت حدوداًmin ۶۰ بشویید. این محلول را از طریق صافی فولاد زنگ‌نزن با اندازهٔ منافذ اسمی ۱۰ µm، فیلتر کنید.

خ-۱۴ آزمایش شماره ۱

خ-۱۴-۱ در طی شستشوی نهایی و قبل از عملیات خشک کردن، نمونهٔ ml ۱۰۰ از دورریزها را جمع‌آوری کنید و طبق روش‌های IAW، F312 یا ARP 598 آزمون کنید. در خلال زمانی که نمونه جمع‌آوری می‌شود، شستشو را با استفاده از یک نازل اسپری فشاری بر روی سطح داخلی فوقانی انجام دهید تا از برون راندن ذرات اطمینان حاصل کنید.

خ-۱۴-۲ دورریزهایی را که دارای آلایش بیشتر از حدود مجاز آلایش مذکور در معیارهای پذیرش هستند، باید مجدداً تمیزکاری و بررسی کنید. بازرسی و ترخیص را انجام دهید.

خ-۱۴-۳ معیارهای پذیرش

خ-۱۴-۳-۱ کل جامدات قابل فیلترسازی حداکثر ۲٫۰ mg در هر ۰٫۰۹ مترمربع (هر فوت مربع) مساحت سطح موثر.

خ-۱۴-۳-۲ توزیع حداکثر ذرات مجاز بر ۰٫۰۹ مترمربع (هر فوت مربع) مساحت سطح موثر:

مقدار، حداکثر	اندازه ذرات، µm
نامحدود	۰ تا ۳۰۰
۱۰	۳۰۱ تا ۵۰۰
۲	۵۰۱ تا ۱۰۰۰
۰	بالای ۱۰۰۰

خ-۱۴-۳-۳ توزیع حداکثر الیاف مجاز بر ۰٫۰۹ مترمربع (هر فوت مربع) مساحت سطح موثر:

مقدار، حداکثر	اندازه الیاف، µm
نامحدود	۰ تا ۲۵×۷۵۰
۲۰	۷۵۱ تا ۲۵×۲۰۰۰
۲	۲۰۰۱ تا ۴۰×۶۰۰۰
۰	بالای ۶۰۰۰

خ-۱۵ بررسی شمارهٔ ۲

خ-۱۵-۱ داخل ظروف را به صورت بصری برای یافتن شواهدی از محصولات خوردگی از جمله زنگ، تراشه‌های فلزی، جرم، پوسته‌های جوش‌کاری، روغن، گریس، رنگ‌ها، نگهدارنده‌ها، یا دیگر مواد خارجی، بررسی کنید. بازرسی و ترخیص را انجام دهید.

خ-۱۵-۲ از وسایل خاصی مانند آینه‌های بازرسی، بوروسکوپ‌ها، و فیبرهای نوری انعطاف‌پذیر برای بررسی بصری سطوح داخلی ظروف استفاده کنید.

خ-۱۵-۲-۱ وسایل خاص بازرسی را قبل از استفاده تمیز کنید تا مانع از ورود مواد خارجی به داخل ظروف شود.

خ-۱۶ درزبندی

خ-۱۶-۱ ظروف را بلافاصله پس از اینکه مشخص شد معیارهای پذیرش دو بررسی را برآورده می‌کنند، درزبندی کنید.

خ-۱۶-۲ درزبندی‌ها باید به اندازه‌ای چفت شوند که از آلایش‌ها ممانعت کنند و باید حفاظت شده باشند، تا نشکنند و تاب برندارند.

خ-۱۶-۳ نوارهای به‌کار رفته به منظور درزبندی، نباید هنگام جداشدن از اتصالات، هیچ نوع باقی‌مانده‌ای بر جای بگذارند.

خ-۱۷ خشک کردن

خ-۱۷-۱ پس از اینکه آنالیز مانع از احتمال بار کمانش شود، ظرف را با خلأدهی خشک کنید.

خ-۱۷-۲ ظرف را باید زمانی خشک بگیرید که فشار در .in ۰٫۵ از جیوه خالص (حداکثر) برای حداقل min ۵ در دمای °C ۱۶٫۶ یا بالاتر، یا در فشارهای پایینی یعنی ٪ ۹۶ فشار بخار آب برای دمای ظرف برقرار بماند.

خ-۱۸ فشاردهی

خ-۱۸-۱ ظرف را پس از خشک کردن با گاز نیتروژن تمیز، خشک، عاری از روغن تا kPa ۶۸٫۹۴ (psig ۱۰) تحت فشار قرار دهید.

خ-۱۸-۱-۱ نیتروژن مورد استفاده را از طریق یک صافی با اندازهٔ مطلق µm ۴۰ حاوی المانی از جنس فولاد زنگ‌نزن، فیلتر کنید.

خ-۱۸-۱-۲ نقطهٔ شبنم روی گاز پالاینده را از ظرف و ترخیص اندازه‌گیری کنید. نقطهٔ شبنم باید حداکثر °C ۴۰- باشد.

خ-۱۸-۲ ظرف را تا زمان پذیرش توسط مشتری و در طول مدت مزبور در فشار مثبت نگه دارید.

خ-۱۸-۳ باید تمامی ظروف به شیر مسدودگر و گیجی برای فشاردهی مجهز باشند. گیج باید دارای قابلیت قرائت از kPa (۳۲٫۱۰۱ تا ۲۰۴٫۷۴) (۰ تا psig ۱۵) در افزایش‌های kg ۰٫۴۵ (Ib ۱) باشد. پوشش فلزی محافظ باید در اطراف گیج و شیرها حسب ضرورت تعبیه شده باشد.

خ-۱۸-۴ کاهش کامل فشار باید عاملی برای بازرسی مجدد و تمیزکاری مجدد باشد تا حدود آلایش مجاز تامین شود.

پیوست د

(اطلاعاتی)

تمیزکاری ظروف نگهداری گاز با فشار بالا (ظروف اندودشده با فولاد زنگ‌نزن[1])

د-۱ هدف و دامنه کاربرد

د-۱-۱ در این پیوست، روش‌ها، روش‌های اجرایی، بازرسی‌ها، و معیارهای پذیرش برای تمیزکاری ظروف نگهداری گاز با فشار بالا تعیین شده است. در صورت امکان، ظروف باید با وسایل در دسترس برای میسرشدن زهکشی، بازرسی، و تمیزکاری مجدد، مجهز شوند.

د-۱-۲ این پیوست باید هنگامی به کار رود که ظروف عاری از روغن و عاری از ذرات و الیاف با اندازه‌های بزرگتر از اندازه‌های ارائه‌شده در معیارهای پذیرش باشند.

د-۲ تمیزکاری مکانیکی

د-۲-۱ اجزای اندودشده ظرف باید درست قبل از قرار دادن در درون ظرف مونتاژ، به وسیله بلاست تمیز شوند تا اینکه اکسید، پوسته، گریس، رنگ، و سایر آلایش‌گرها زدوده شوند.

د-۲-۲ درست قبل از جوش‌کاریآخرین هد بر روی ظرف، اندوده‌ها باید از نظر تمیزی بازرسی شوند و به وسیلهٔ ساب‌زنی، سنگ‌زنی، برس‌زنی، و تمیزکاری با خلاء، تمیز شوند تا ذرات قابل مشاهده و آلایش‌های فیبری حذف شوند.

د-۲-۳ تمیزی را به صورت بصری بازرسی کنید و ترخیص کنید.

د-۳ درزبندی مقدماتی

د-۳-۱ بعد از اجرای بررسی مطابق بند د-۲-۳، ظرف را به وسیلهٔ نیتروژن تمیز، خشک، و عاری از روغن بپالایید و دهانه‌های ظرف را برای جلوگیری از آلایش داخلی درزبندی کنید. ظرف باید تا زمانی که تیمار گرمایی پساجوشکاری تکمیل شود، درزبندی‌شده باقی بماند.

د-۳-۱-۱ روش ترجیحی پالاییدن عبارت است از خلاءدهی در فشار .in ۰٫۵ جیوه خالص (حداکثر) برای مدت حداقل min ۵ در دمای $^{\circ}C$ ۱۶٫۶ یا بالاتر، (یا در فشارهای پایینی یعنی ٪ ۹۶ فشار بخار آب در دمای ظرف)، و پر کردن با نیتروژن خشک است. خلاءدهی و پالاییدن را فقط زمانی که آنالیز مانع از احتمال کمانش در اثر فشار خارجی شود، انجام دهید. ظرف را می‌توان با استفاده از فشاردهی متعدد برای ایجاد فشار بالاتر با نیتروژن خشک و دستورالعمل‌های ویژهٔ مهندسی، پالوده کرد.

د-۳-۱-۲ نقطهٔ شبنم باید حداکثر $^{\circ}C$ ۴۰- باشد.

د-۴ تیمار گرمایی پساجوشکاری

در اثنای تیمار گرمایی پساجوشکاری، ظرف باید برای جلوگیری از اکسایش داخل ظرف در حال پالاییدن یا تحت فشار با هلیم باشد.

د-۵ اتمام خط

د-۵-۱ جوش‌های خطی نهایی را پس از PWHT، انجام دهید.

---

1 -Stainless steel lined vessels

د-۵-۲ پس از تکمیل خط، تعادل خط را با استفاده از سنگ‌زنی، برس‌زنی، و تمیزکاری با استفاده از خلأ برای زدودن ذرات قابل مشاهده و آلایش‌های فیبری، تمیز کنید. ساب‌زنی مجاز است.

د-۵-۳ تمیزی را به صورت بصری بازرسی و ترخیص کنید.

د-۶ آزمون هیدرواستاتیک

آزمون هیدرواستاتیک را با استفاده از آب با درجه مشخص‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸ همراه با افزودنی‌های نم‌زدای مناسب، اجرا کنید.

د-۷ بازرسی نفوذگر

د-۷-۱ بازرسی نفوذگر جوش‌های خطی را با استفاده از نفوذگرهای قابل شست‌وشو با آب انجام دهید.

د-۷-۲ پس از بازرسی نفوذگرها، آنها را به طور کامل با آب تمیز شیر حذف کنید.

د-۸ کلیات

ظرف را با بالا بردن یک انتهای آن برای تسهیل زهکشی، تمیز کنید. به طور کلی، تمیزکاری فرآیندی پیوسته است و نباید پس از اینکه شروع شد، قطع شود. در صورت ضرورت، چرخهٔ تمیزکاری می‌تواند پس از شست‌وشوی مقدماتی یا طی شست‌وشوی نهایی قطع شود چنان چه که ظرف قبلا خشک (طبق بند ۱۸) و پالاییده شود (طبق بند ۱۹-۱).

د-۹ شستشوی مقدماتی

د-۹-۱ ظرف را اسپری کردن آب کانی‌زدوده درجه دو زبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸ از طریق نازل اسپری فشاری بر روی تمامی سطوح داخلی ظرف تا زمانی که تمام آثار نفوذگرها حذف شوند، بشویید.

د-۱۰ رویین‌سازی

د-۱۰-۱ محلول رویین‌سازی ٪۲۰ حجمی را با ٪۲ تا ٪ ۴ حجمی از هیدروفلوئوریک اسید بائومه اسید °۳۰، آب کانی‌زدوده تعادلی، فیلترشده از صافی با اندازه منافذ اسمی μm ۴۰ تهیه کنید.

د-۱۰-۲ظرف را با گردش دادن و اسپری کردن محلول رویین‌سازی از طریق یک نازل اسپری فشاری بر روی تمامی سطوح داخلی ظرف بلافاصله پس از شست‌وشو، رویین‌سازی کنید.

د-۱۰-۳زمان رویین‌سازی بسته به الزامات ظرف خاصی که تمیز می‌شود، از 1h تا 24h است.

د-۱۱ شست‌وشوی میانی

د-۱۱-۱ ظرف را با اسپری کردن آب کانی‌زدوده از طریق نازل اسپری فشاری بر روی تمامی سطوح داخلی ظرف بلافاصله پس از رویین‌سازی، بشویید.

د-۱۱-۲زمان شستشو باید تا حدود 30min تا رسیدن مقدار pH به ۶ تا ۸ و باقی نماندن هیچ آثاری از محلول رویین‌سازی طول بکشد.

د-۱۲ گریس‌زدایی

د-۱۲-۱گریس‌زدایی را پس از تکمیل مرحله شستشو، انجام دهید.

د-۱۲-۲محلول گریس‌زدایی را با اضافه کردن ترکیبات زیر در مقادیر داده‌شده به آب کانی‌زدوده بسازید:

جدول د۱

ترکیب	مقادیر
تری سدیم فسفات	g/l (۱۴/۹۷ تا ۲۹/۹۵)
مادهٔ خیس‌کننده	ml/l (۱۲۵ تا ۲۵۰)

د-۱۲-۲ظرف را با گردش محلول گریس‌زدایی گرم (کمینه دما $60\ ^{\circ}C$) به مدت تقریبی min ۳۰ از طریق نازل اسپری فشاری بر تمامی سطح داخلی آن، گریس‌زدایی کنید.

د-۱۳ شست‌وشوی میانی

ظرف را با اسپری کردن آب کانی‌زدوده از طریق نازل اسپری فشاری بر روی تمامی سطوح داخلی آن بشویید. بلافاصله پس از گریس‌زدایی تا زمانی که تمامی آثار شوینده‌ها حذف شوند و pH بین ۶ تا ۸ شود، بشویید.

د-۱۴ شستشوی نهایی

به دنبال شست‌وشوی مقدماتی، تمامی سطوح داخلی را با آب کانی‌زدوده درجه دو طبق استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۷۲۸ به مدت تقریبی min ۶۰ بشویید. این محلول را از طریق یک فیلتر از جنس فولاد زنگ‌نزن با ابعاد مطلق µm ۱۰، صاف کنید.

د-۱۵ بررسی شماره ۱

د-۱۵-۱در طی شستشوی نهایی و قبل از عملیات خشک کردن، نمونه ml ۱۰۰ از دورریز را جمع‌آوری کنید و مطابق روش‌های آزمون ASTM F312یا ARP 598 آزمون کنید. در خلال زمانی که نمونه جمع‌آوری می‌شود، شست‌وشو را با استفاده از نازل اسپری فشاری بر روی سطوح داخلی فوقانی انجام دهید تا از بیرون راندن ذرات اطمینان حاصل کنید.

د-۱۵-۲ دوررزیزهایی را که دارای آلایش بیشتر از حدود مجاز آلایش در معیارهای پذیرش هستند، باید مجدداً تمیزکاری‌شده و بررسی شوند. بازرسی و ترخیص را انجام دهید.

د-۱۵-۳ معیارهای پذیرش:

د-۱۵-۳-۱ کل جامدات قابل فیلترسازی حداکثر mg ۱٫۰ در هر ۰٫۰۹ مترمربع (هر فوت مربع) مساحت سطح موثر است.

د-۱۵-۳-۲ توزیع حداکثر ذرات مجاز بر ۰٫۰۹ مترمربع (هر فوت مربع) مساحت سطح موثر:

جدول د۲

اندازه ذرات، µm	مقدار، حداکثر
۰ تا ۳۰۰	نامحدود
۳۰۱ تا ۵۰۰	۱۰
۵۰۱ تا ۱۰۰۰	۲
بالای ۱۰۰۰	۰

د-۱۵-۳-۳ توزیع حداکثر الیاف مجاز بر ۰٫۰۹ مترمربع (هر فوت مربع) مساحت سطح موثر:

جدول د۳

اندازه الیاف، µm	مقدار، حداکثر
۰ تا ۷۵۰×۲۵	نامحدود
۷۵۱ تا ۲۰۰۰×۲۵	۲۰
۲۰۰۱ تا ۶۰۰۰×۴۰	۲
بالای ۶۰۰۰	۰

د-۱۶ بررسی شمارهٔ ۲

د-۱۶-۱ داخل ظرف را به صورت بصری برای یافتن شواهدی از محصولات خوردگی از جمله زنگ، تراشه‌های فلزی، جرم، پوسته‌های جوش‌کاری، روغن، گریس، رنگ‌ها، نگهدارنده‌ها، یا دیگر مواد خارجی، بررسی کنید. بازرسی و ترخیص را انجام دهید.

د-۱۶-۲ از وسایل خاص مانند آینه‌های بازرسی، بوروسکوپ‌ها، و فیبرهای نوری انعطاف‌پذیر برای بررسی بصری سطوح داخلی ظرف استفاده کنید.

د-۱۶-۲-۱ وسایل خاص را قبل از استفاده تمیز کنید تا مانع از ورود مواد خارجی به داخل ظرف شود.

د-۱۷ درزبندی

د-۱۷-۱ ظرف را بلافاصله پس از اینکه مشخص شد که با معیارهای پذیرش دو بررسی را برآورده می‌کند، درزبندی کنید.

د-۱۷-۲ درزبندی‌ها باید به اندازه‌ای چفت شوند که از آلایش‌ها ممانعت کنند و باید حفاظت شده باشند تا نشکنند یا تاب برندارند.

د-۱۷-۳ نوارهای به‌کار رفته به‌منظور درزبندی، نباید هنگام جداشدن از اتصالات هیچ نوع باقی‌مانده‌ای بر جای بگذارند.

د-۱۸ خشک کردن

د-۱۸-۱ پس از اینکه آنالیز مانع از احتمال کمانش شود، ظرف را با خلأدهی خشک کنید.

د-۱۸-۲ ظرف را هنگامی خشک در نظر بگیرید که فشار در .in ۰٫۵ از جیوه خالص (حداکثر) برای حداقل min ۵ در دمای °C ۱۶٫۶ یا بالاتر یا در فشارهای پایینی یعنی ٪ ۹۶ فشار بخار آب برای دمای ظرف برقرار بماند.

د-۱۹ فشاردهی

د-۱۹-۱ ظرف را پس از خشک کردن با گاز نیتروژن تمیز، خشک، عاری از روغن تا psig ۱۰ تحت فشار قرار دهید.

د-۱۹-۱-۱ نیتروژن مورد استفاده را از طریق یک صافی با اندازه مطلق منافذ µm ۴۰ حاوی المانی از جنس فولاد زنگ‌نزن، فیلتر کنید.

د-۱۹-۱-۲ نقطهٔ شبنم روی گاز پالاینده موجود را از ظرف و ترخیص اندازه‌گیری کنید. نقطهٔ شبنم باید حداکثر $-17,8\ ^{\circ}C$ باشد.

د-۱۹-۲ ظرف تا زمان پذیرش توسط مشتری و در طول مدت مزبور باید در فشار مثبت نگه‌داری شود.

د-۱۹-۳ باید تمامی ظروف مجهز به شیر مسدودگر و گیجی برای فشاردهی مجهز باشند. گیج باید قابلیت قرائت از kPa (۳۲٫۱۰۱ تا ۲۰۴٫۷۴) (۰ تا psig ۱۵) در افزایش‌های kg ۰٫۴۵ (Ib ۱) داشته باشد. پوشش فلزی محافظی باید در اطراف گیج و شیرها تعبیه شده باشد.

د-۱۹-۴ حسب ضرورت، کاهش کامل فشار باید عاملی برای بازرسی مجدد و بازتمیزکاری باشد تا سازگاری حدود آلایش مجاز تامین شود.

پیوست ذ

(اطلاعاتی)

تمیزکاری شیلنگ‌های فولاد زنگ‌نزن پیچ‌دار[1]

ذ-۱ شیلنگ‌های با قطر ۲٫۵۴ cm (۱ in.) یا کمتر را می‌توان در موقعیتی مناسب، تمیز نمود. در روش تمیزکاری پمپی از طریق پمپ باید تمامی بخش‌های شیلنگ در شعاع خمش طراحی‌شده خود، روی تمامی محورها خم شوند، و از یک انتهای شیلنگ تا انتهای دیگر آن به میزان حداقل سه بار تمیزکاری انجام شود.

ذ-۲ تمیزکاری در شیلنگ‌هایی با قطر بیشتر از ۲٫۵۴ cm (۱ in.) در موقعیت عمودی انجام شود.

ذ-۳ هنگامی که شیلنگ‌های (بند ذ-۲) به صورت عمودی تا وضعیت تمیزی نهایی در محیط‌های کنترل نشده تمیز می‌شوند، دستورالعمل‌های زیر اجباری می‌باشند:

ذ-۳-۱ پس از خشک‌شدن شیلنگ و در حالی که پالایش آرامی در مونتاژ ادامه دارد، تمامی دهانه‌ها را با یک طلق پلی‌اتیلنی بپوشانید. طلق را به طور پیوسته با گاز نیتروژن بپالایید.

ذ-۳-۲ در حالی که طلق به طور پیوسته پالاییده می‌شود، گاز نیتروژن را از شیلنگ قطع کنید و انتهاها را بسته‌بندی کنید.

جدول ذ۱ -تمیزکاری شیلنگ‌های فولاد زنگ‌نزن پیچ‌دار

مورد	عملیات	محلول	دما	زمان، دقیقه	ملاحظات
۱	گریس‌زدایی	تری سدیم فسفات ۱۰±۲٪	دمای محیط	به میزان لازم	اسپری کردن، غوطه‌ورسازی، پمپاژ کامل
۲	تمیزکاری	٪ ۵±۲۵: شوینده غیریونی فسفری: شوینده غیریونی	(۵۶٫۶±۹٫۴ °C)	۲۰٫۱۵	اسپری کردن، پمپاژ کامل
۳	شستشو	آب	دمای محیط	به میزان لازم	با pH، ۶ تا ۸
۴	خشک کردن	GN_2	دمای محیط	به میزان لازم	خشک شدن بصری

1 - Convoluted

کتاب‌نامه

[1] Werley, B. L., " Oil Film Hazards in Oxygen Systems," Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres, Vol 1, ASTM STP 812, B. L. Werley, Ed., American Society for Testing and Materials, 1983, pp. 108-125.
[2] Pedley, M. D., Pao, J., Bamford, L. J.,Williams, R. E., and Plante, B., " Ignition of Contaminants by Impact of High-pressure Oxygen," Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres, Vol 3, ASTM STP 986, D. W. Schroll, Ed., ASTM, Philadelphia, PA, 1987, pp. 305-317.
[3] "Safe Use of Aluminum-Structured Packing for Oxygen Distillation," Pamphlet G-4.8, Compressed Gas Association, Arlington, VA, 1993.
[4] Bankaitis, H., and Schueller, C. F., "ASRDI Oxygen Technology Survey, Vol 2: Cleaning Requirements, Procedures, and Verification Techniques," Report SP-3072, National Aeronautics and Space Administration, Washington, DC, 1972.
[5] "Cleaning Equipment for Oxygen Service," Pamphlet G-4.1, Compressed Gas Association, New York, 1996.
[6] Presti, J. B., and DeSimone, C. J., "Oil Contamination in Oxygen Systems," Contract NObs-94416, Project SF013-08-14, Task 3917, General Dynamics, Groton, CN, 1967.
[7] Bryan, C. J., " Final Report on the Effect of Surface Contamination on LOX Sensitivity," NASA-KSC Letter Report MTB 306-71, National Aeronautics and Space Administration, Washington, DC, 1971.
[8] LeSuer, J. C., AFBMD/MTQTP, andWilliams, C. L., STL/FTD, Draft of Interior Standards for LOX Systems, U.S. Air Force, May 1959 .
[9] Walde, R. A., " The Relationship of the Chemical Structure of Cutting Oils to Their Oxygen Compatibility," Safety in Air and Ammonia
Plants, Vol 7, American Institute of Chemical Engineers, New York, 1965 , pp. 21-23.
[10] Volland, E., in Oxygen Compressors and Pumps Symposium, Compressed Gas Association, New York, 1971, pp. 59-60.