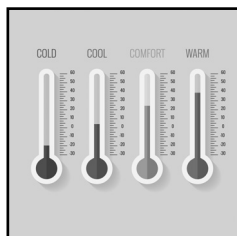


مطالعه مطالب در کانال صنعت تهویه و تاسیسات

<https://telegram.me/hvacmag>

کنترل رطوبت و آلاینده‌های دیگر سامانه‌های تبرید

سرمایش، گرمایش و تهویه مطبوع
نشریه تخصصی سیستم‌های سرمایشی، گرمایشی و تهویه مطبوع
www.sarmayeshgarmayesh.ir





سرمایش، گرمایش و تهویه مطبوع
نشریه تخصصی سیستم های سرمایشی، گرمایشی و تهویه مطبوع
www.sarmayeshgarmayesh.ir

رطوبت

۸

در سامانه های تبرید، رطوبت (آب) به عنوان یکی از مهمترین و عمومی ترین نوع آلاینده ها شناخته می شود. برای دستیابی به عملکرد مناسب و همچنین بازده و طول عمر قابل قبول سامانه های تبرید، مقدار رطوبت موجود در سامانه های تبرید را باید در محدوده ای پایین تر از مقدار بیشینه مجاز نگاه داشت. برای کمینه سازی میزان رطوبت کل سامانه، باید رطوبت را در طول فرایندهای تولید، مونتاژ قطعات و سرویس آن ها از اجزاء سامانه حذف کرد. هر میزان رطوبت ورودی به سامانه، در طول نصب و سرویس سامانه را باید سریعاً رفع کرد.

منابع رطوبت

شکاف های موجود در سامانه
نشتی مبدل های حرارتی آب خنک
اکسیداسیون برخی از روان سازهای هیدروکربنی که تولید رطوبت می کنند
روان سازها، مبردها و یا خشک کن های تر (دارای رطوبت)
رطوبت ورودی به یک سامانه تبرید باز (درزبند نشده) از طریق شلنگ ها و درزگیرها

- رطوبت یک سامانه تبرید ناشی از عوامل ذیل می باشد:
- عدم کفایت رطوبت گیری تجهیزات در کارخانه ها و در زمان سرویس
- ورود رطوبت در طول نصب سامانه و یا سرویس تجهیزات، در محل نصب
- ورود هوای پر رطوبت به داخل سامانه از طریق روزنه ها و

بابک مس ایرانیان

تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته ترین و مدرن ترین خط تولید



IRANIAN BABAK COPPER CO.

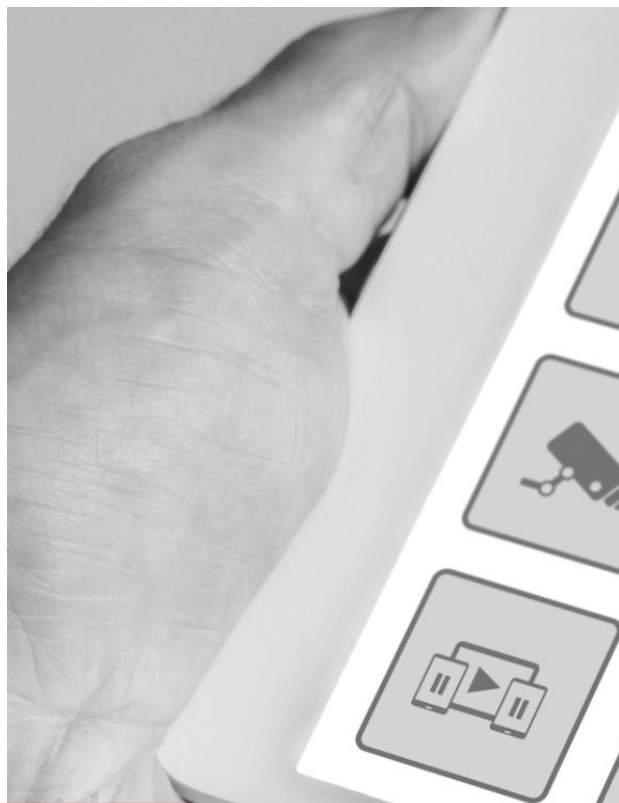
www.ibcco.midhco.com

اثرات رطوبت

رطوبت اضافی در یک سامانه تبرید می‌تواند منجر به یک و یا تمامی اثرات نامطلوب ذیل گردد:

- تشکیل یخ در شیرهای انبساطی، لوله‌های موئین و یا تبخیرکننده‌ها
- خوردگی فلزات
- تورق مس
- آسیب شیمیایی به عایق موتور کمپرسورهای درزبند و یا دیگر مواد سامانه
- هیدرولیز روان‌سازها و مواد دیگر
- تشکیل لجن

در صورتی که غلظت آب به اندازه کافی بالا باشد و دما نیز به حد کافی پایین باشد، یخ و یا هیدرات‌های جامد از میردها جدا می‌گردند. هیدرات جامد، یعنی یک مولکول ترکیبی از میرد و آب می‌تواند در دماهایی بالاتر از دماهای مورد نیاز برای جداسازی یخ تشکیل گردد. آب مایع در دماهایی بالاتر از دماهای مورد نیاز برای جداسازی یخ و یا هیدرات جامد تشکیل می‌گردد. یخ در طول تبخیر میرد، هنگامی که درصد اشباع نسبی بخار در دماهای صفر درجه سلسیوس و یا پایین‌تر به میزان ۱۰۰ درصدی می‌رسد، تشکیل می‌شود.



همچنین جداسازی آب (به صورت یخ یا مایع) به قابلیت انحلال آب در میرد وابسته است و قابلیت انحلال نیز به نوع میرد و دما وابسته می‌باشد (جدول ۱). نتایج تحقیق بسیاری از محققان مختلف، نتایج متفاوتی را در مورد قابلیت انحلال آب در میردهای R-123 و R-134a نشان می‌دهد. قابلیت انحلال بیشتر آب در یک میرد به معنی احتمال کمتر تفکیک یخ یا آب مایع در یک سامانه تبرید می‌باشد. قابلیت انحلال آب در میردهایی نظیر آمونیاک، دی‌اکسیدکربن و دی‌اکسیدسولفور به قدری بالاست که تفکیک یخ و یا آب مایع به وقوع نخواهد پیوست.

در شرایط تعادلی، غلظت جرمی آب موجود در فاز گازی میرد R-12 بسیار بیشتر از فاز مایع میرد R-12 می‌باشد (السی و فلاورز^۱، ۱۹۴۹)، و در نقطه مقابل و برعکس میرد R-12، میردهای R-22 و R-502 قرار دارند. نسبت غلظت‌های جرمی برای هر میردی متفاوت می‌باشد، همچنین نسبت غلظت‌های جرمی، متناسب با دما تغییر می‌کنند. جدول ۲ برای میردهای مختلف، نسبت‌های توزیع آب در فاز بخار میرد به توزیع آب در فاز مایع میرد را نشان می‌دهد. در صورتی که غلظت فاز گازی معلوم باشد می‌توان از این نسبت‌ها برای محاسبه غلظت تعادلی آب میرد مایع و برعکس، استفاده کرد. پروژه تحقیقاتی ASHRAE RP-1495 (سندیاک^۲، ۲۰۱۳) نشان داد که این نسبت‌های توزیعی در صورت وجود تا ۱ درصد جرمی از مواد روان‌ساز نیز تغییر قابل توجهی پیدا نمی‌کنند.

در صورت وجود رطوبت بیش از حد، در یک سامانه تبرید، یخ‌زدگی شیرهای انبساط و یا لوله‌های موئین ایجاد می‌گردد. تشکیل یخ و یا هیدرات‌ها در تبخیرکننده‌ها می‌تواند منجر به تشکیل لایه‌ای از یخ (عایق‌شدگی جزئی) و در نتیجه کاهش بازده و یا خرابی سامانه گردد. رطوبت اضافی نیز می‌تواند سبب خوردگی و افزایش امکان تورق مس گردد (واکر و همکاران، ۱۹۶۲^۳).

1 - Elsey and Flowers

2 - Senediak, 2013

3 - Walker et al. 1962

جدول ۱: قابلیت انحلال آب در فاز مایع برخی از مبردها، ppm (بر مبنای جرمی)

دما (°C)	R-11	R-12	R-22	R-123	R-134a	R-290	R-410A	R-600a
70	470	620	3900	2500	4100	1188	—	856
60	350	430	3100	2000	3200	784	7200	582
50	250	290	2500	1600	2500	504	4800	386
40	180	190	1900	1300	1900	315	3100	250
30	120	120	1500	1000	1400	185	2000	156
20	83	72	1100	740	1010	145	1200	124
10	55	43	810	550	720	108	700	96
0	35	24	581	400	500	65	400	56
-10	21	13	407	290	340	36	220	32
-20	13	7.0	277	200	230	18.2	110	16.8
-30	7	3.5	183	135	143	8.7	54	7.6
-40	4	1.6	116	88	87	3.8	25	2.9
-50	2	0.7	71	55	51	—	—	—
-60	1	0.3	42	23	28	—	—	—
-70	0.4	—	23	19	15	—	—	—

جدول ۲: نسبت توزیع آب فازهای مایع و بخار برخی از مبردها

آب داخلی بخار / آب داخلی مایع (درصد جرمی / درصد جرمی)									
دما (°C)	R-12	R-22	R-123	R-134A	R-290	R-404A	R-407C	R-410A	R-507A
-30	15.5	—	—	—	—	—	—	—	—
-20	13.5	—	—	—	—	—	—	—	—
-10	12.3	—	—	—	—	—	—	—	—
-5	11.7	—	—	—	—	—	—	—	—
0	10.9	—	—	—	—	—	—	—	—
5	9.8	0.548	—	0.977	13.5	0.831	0.494	0.520	0.615
10	9.0	0.566	—	0.965	12.6	0.844	0.509	0.517	0.657
15	8.3	0.584	—	0.953	11.8	0.858	0.523	0.514	0.698
20	7.6	0.602	—	0.941	10.9	0.871	0.538	0.512	0.740
25	6.7	0.620	5.65	0.930	10.0	0.885	0.552	0.509	0.781
30	6.2	0.638	5.00	0.918	9.1	0.898	0.566	0.506	0.822
35	5.8	0.656	4.70	0.906	8.2	0.912	0.581	0.503	0.864
40	—	0.674	4.60	0.895	7.3	0.925	0.595	0.501	0.905
45	—	0.692	4.58	0.883	6.4	0.939	0.610	0.498	0.947
50	—	0.710	4.50	0.871	5.6	0.952	0.624	0.495	0.988

و شکستگی عایق باید مقدار آب موجود در سامانه تبرید به اندازه کافی کم باشد.

روان‌سازهای سنتزی نظیر استرهای پلی‌الی (POEs)، اترهای پلی‌وینیلی (PVEs)، و گلیکول‌های پلی‌الکیلین (PAGs)، که به‌طور گسترده‌ای با هیدروفلئوروکربن‌ها (HFCs) مورد استفاده قرار می‌گیرند، معمولاً رطوبت بیشتری را نسبت به روغن‌های معدنی جذب می‌کنند و در معرض اتمسفر (محیط اطراف) این عمل بسیار سریع می‌باشد. در صورت وجود رطوبت، دفع آن بسیار مشکل است. هیدرولیز POE ها منجر به تشکیل اسیدها و الکلهایی می‌گردد که می‌توانند اثرات نامطلوبی بر کارایی و دوره عمر سامانه بر جای گذارند (گریفیث، ۱۹۹۳). بنابراین PVEs، POEs و PAG ها نباید در معرض هوای محیط قرار گیرند، مگر اینکه این ارتباط تنها در طول نصب کمپرسور و بسیار کوتاه باشد. همچنین خشک‌کن‌های مناسب، عناصر و اجزاء بسیار مهمی برای تجهیزات محتوی این روان‌سازها به شمار می‌روند. داده‌های تجربی دقیقی در مورد سطح مجاز رطوبت موجود در سامانه‌های تبرید وجود ندارد و دلیل آن نیز ناشی از تعدد عوامل موثر می‌باشد.

شیوه‌های رطوبت‌گیری

تجهیزات نصب شده به‌وسیله فرایندهای گندزدایی، تخلیه و استفاده از خشک‌کن‌ها، خشک می‌گردند. قبل از باز کردن تجهیزات برای فرایند سرویس‌کاری، مبرد باید مجزا شود و یا در یک مخزن ذخیره خارجی نگهداری گردد.

بعد از نصب یا سرویس، گازهای چگالش‌ناپذیر (هوا) باید به‌وسیله پمپ خلاء که به هر دو ورودی سرویس مکش و تخلیه متصل شده است، حذف گردند و فشار مطلق باید تا ۱۳۰ پاسکال یا کمتر کاهش یابد که این مقدار کمتر از فشار بخار آب در دمای محیط می‌باشد. ممکن است که برای تبخیر آب موجود در سامانه از گرمای داخلی یا خارجی استفاده شود. مراقب باشید که تجهیزات را بیش از حد گرم نکنید. حتی با استفاده از این شیوه‌ها نیز، مقدار کمی از رطوبت وجود خواهد داشت که با حبس شدن در زیر یک لایه از روان‌ساز و یا جذب توسط سیم‌پیچ‌های موتور و یا با

رطوبت مورد نیاز برای یخ‌زدگی تابعی از مقدار بخار مبرد تشکیل شده در طول انبساط و توزیع آب بین فازهای مایع و گاز در پایین‌دست ابزار انبساطی سامانه تبرید می‌باشد. برای مثال، در یک سامانه R-12 با دمای مایع ۴۳/۳ درجه سلسیوس و دمای تبخیرکننده‌ای برابر ۲۸-/۹ درجه سلسیوس، مبرد بعد از عمل انبساط شامل ۴۱/۳ درصد بخار و ۵۸/۷ درصد مایع (بر مبنای جرمی) می‌باشد. درصد بخار تشکیل شده به‌وسیله رابطه ذیل تعیین می‌گردد:

(۱)

$$\% \text{ Vapor} = 100 \frac{h_{L(\text{liquid})} - h_{L(\text{evap})}}{h_{fg(\text{evap})}}$$

که

$h_{L(\text{liquid})}$ = آنتالپی مایع اشباع برای مبرد در دمای مایع

$h_{L(\text{evap})}$ = آنتالپی مایع اشباع برای مبرد در دمای تبخیر

$h_{fg(\text{evap})}$ = گرمای نهان تبخیر مبرد در دمای تبخیر

جدول ۱ میزان آب اشباع فاز مایع مبرد R-12 را در دمای ۳۰ -

درجه سلسیوس، برابر ۳/۵ mg/kg نشان داده است و جدول ۲ برای تعیین میزان محتوای آب فاز بخار اشباع مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$3/5 \text{ mg/kg} \times 15/5-54 \text{ mg/kg}$$

در صورتی که مقدار بخار، بیش از مقدار اشباع (100 % rh) باشد، آب آزاد به عنوان فاز سوم وجود خواهد داشت و اگر دما زیر صفر درجه سلسیوس باشد، یخ تشکیل خواهد گردید. با استفاده از مقادیر رطوبت اشباع و نسبت‌های بخار/مایع، می‌توان مقدار آب بحرانی مبرد در حال گردش را به‌صورت ذیل محاسبه کرد:

$$3/5 \times 0/587 = 2/1 \text{ mg/kg}$$

$$54/0 \times 0/413 = 22/3 \text{ mg/kg}$$

$$2/1 \text{ mg/kg} + 22/3 \text{ mg/kg} = 24/4 \text{ mg/kg}$$

حفظ میزان رطوبت در مقداری پایین‌تر از مقدار بحرانی، مانع ایجاد آب آزاد در سمت پایین سامانه خواهد گردید.

رطوبت اضافی سبب می‌گردد که عایق پلی‌استری و یا کاغذی موتور به حالت شکننده درآید که این امر می‌تواند موجب خرابی پیش‌رس موتور گردد. با این وجود رطوبت همواره تاثیر نامطلوبی بر روی تمامی عایق‌های موتورها نمی‌گذارد. برای جلوگیری و ممانعت از تفکیک یخ، خوردگی

(کاملاً محفوظ و بسته) به انجام رسد. بعد از مونتاژ مجدد، کمپرسور باید مجدداً به وسیله عبور نیتروژن خشک از میان سامانه و به وسیله گرمایش و فرایند تخلیه خشک گردد. استفاده از گرمای داخلی، به وسیله گردش آب گرم از روی سمت آب تجهیزات آب خنک نتایج مطلوب تری را در بر دارد و ترجیح پذیرتر است. فرایند خشک سازی ممکن است دوره طولانی مدتی را در بر گیرد و در این مدت تعویض های مکرر روان ساز پمپ خلاء اجتناب ناپذیر می باشد. خشک کن های خط- مایع باید تعویض گردند و خشک کن های موقتی خط- مکش نیز نصب شوند. در طول کارکرد اولیه، خشک کن ها باید به طور مکرر تعویض گردند. در روش های ضد عفونی، از خشک کن های موقتی بزرگی استفاده می شود. اجرای صحیح فرایند ضد عفونی (گندزدایی) موجب رفع نیاز برای تعویض های مکرر خشک کن خط- مایع نصب شده در سامانه می گردد.

در صورت استفاده از مبرد منتقل شده به دریافت کننده

قرار گرفتن در فاصله ای دور از پمپ خلاء، امکان حذف رطوبت را مشکل خواهد کرد.

همچنین فرایند تخلیه نمی تواند هیچ مقدار قابل توجهی از آب روان سازهای استر پلی الی به کاررفته در سامانه های HFC را رفع نماید. به این دلیل بهتر است که قبل از آب زدایی و برای کاهش زمان آب زدایی، روان ساز را از سامانه خارج کنیم و بعد از اتمام فرایند آب زدایی، از روان ساز جدیدی برای سامانه استفاده کنیم.

با توجه به قوانین و دستورالعمل های محلی، تمامی روان سازهای تخلیه شده از سامانه را به طور صحیحی دفع کنید.

نصب یک خشک کن روش بسیار مناسبی برای رطوبت گیری می باشد. سامانه های بزرگ تر عموماً از خشک کنی با هسته قابل تعویض استفاده می کنند و ممکن است تا قبل از دستیابی به رطوبت زدایی مطلوب، این هسته چندین بار عوض گردد. استفاده از یک شاخص رطوبت در خط مایع

می تواند بسیار مفید باشد و خشک شدن مطلوب سامانه را نمایش دهد. روش های ویژه ای برای حذف آب آزاد در یک سامانه تبرید یا تهویه مطبوع از یک لوله پاره شده و یا روزنه و شکافی در چیلر آبی وجود دارد. مبرد را باید به وسیله پمپ به یک دریافت کننده منتقل کرد و یا در یک مخزن ذخیره مجزا باز یابی نمود. ممکن است لازم شود که بخش هایی از قطعات سامانه را پیاده کرده و آب را از نقاط تحتانی سامانه زیرکش (تخلیه) کنیم. لزوم پیاده کردن و تمیزکاری دستی قطعات مختلف کمپرسور نیمه درزبند و یا درایو- باز، در برخی از سامانه های بزرگ اجتناب ناپذیر می باشد. عمل ضد عفونی باید قبل از نصب مجدد کمپرسورها و به ویژه واحدهای درزبند



معدنی باشد. با وجود اینکه روش‌های به‌کاررفته برای اجرای این آزمایش در شرکت‌های مختلف دارای تفاوت اندکی با یکدیگر هستند، که در نتیجه نتایج حاصله از این آزمایش نیز کمی متفاوت می‌باشند، این شیوه یک روش صنعتی متداول برای تعیین میزان رطوبت مبردها می‌باشد. نمونه مبرد به‌وسیله متیل الکل و در یک فلاسک شیشه‌ای کاملاً درزبند به جوش می‌آید و هر آبی که در مبرد وجود دارد، به همراه الکل باقی می‌ماند.

در شیوه عیارگیری حجمی^۵، واکنش‌گر (معرف) کارل فیشر اضافه می‌گردد و محلول نیز به‌طور فوری تا یک نقطه پایانی الکترومتریک «حد انتهایی» مورد عیارسنجی قرار می‌گیرد. واکنش‌گر با هر میزان از رطوبت موجود در مبرد واکنش نشان می‌دهد، و بدین‌صورت مقدار آب موجود در نمونه را می‌توان از طریق کالیبراسیون قبلی واکنش‌گر کارل فیشر محاسبه نمود. در شیوه عیارگیری کولومتری^۶ (استاندارد AHRI C700، استاندارد ASHRAE 2010-35، آب با ید تولید شده به‌صورت الکتروشیمیایی عیارسنجی می‌شود. ابزار به‌کاررفته در این شیوه مقدار بار الکتریکی به‌کاررفته برای تولید ید را اندازه‌گیری کرده و با عیارسنجی آب، مقدار آب موجود را محاسبه می‌کند. این شیوه‌های عیارسنجی، به عنوان دقیق‌ترین روش به‌کاررفته، همچنین برای اندازه‌گیری میزان رطوبت روان‌سازهای استفاده نشده (تازه) و مایعات دیگر به کار گرفته می‌شود. تجهیزات ویژه طراحی شده برای این تحلیل خاص را می‌توان از شرکت‌های آزمایشگاهی توزیع‌کننده تهیه کرد. هاگن اسمیت و همکارانش^۷ (۱۹۷۰) پیشرفت‌هایی را در تجهیزات مذکور و همچنین شیوه‌های به‌کاررفته تشریح می‌کنند که به‌طور قابل توجهی میزان زمان تحلیل را کاهش می‌دهند.

شیوه ثقل‌سنجی^۸ برای اندازه‌گیری مقدار رطوبت مبردها در استاندارد ASHRAE 63/1 شرح داده شده است. این شیوه، شیوه متداولی در صنعت نمی‌باشد و در این شیوه، مقدار اندازه‌گیری شده‌ای از بخار مبرد از میان دو لوله متوالی عبور

پمپی، این مبرد قبل از تغذیه مجدد به داخل سامانه، باید به‌طور کامل خشک شود. یکی از روش‌ها شامل نمونه‌گیری از مبرد مایع و ثبت دمای آن می‌باشد. اگر تجزیه و تحلیل شیمیایی نمونه مذکور به‌وسیله آزمایشگاه تخصصی میزان رطوبتی مشابه و یا نزدیک به قابلیت انحلال آب جدول ۱ را در دمای ثبت‌شده مبرد نشان دهد، در این حالت محتملاً آب آزاد وجود خواهد داشت. در این مورد، یک واحد بازیابی به همراه یک خشک‌کن-فیلتر مکشی و یا یک تله (سیفون) رطوبت و روان‌ساز باید برای انتقال کل مبرد از مجرای مایع دریافت‌کننده به یک مخزن مجزا مورد استفاده قرار گیرد. هنگامی که آب آزاد به مجرای ورودی مایع مخزن می‌رسد، اکثر مبرد باقیمانده را می‌توان از طریق مجرای بخار دریافت‌کننده بازیابی نمود و سپس می‌توان آب را از دریافت‌کننده پمپی زیرکش (تخلیه) کرد.

شاخص‌های رطوبت

عناصر حساس به رطوبتی که با توجه به میزان رطوبت تغییر رنگ می‌دهند را می‌توان برای تعیین سطح رطوبت سامانه مورد استفاده قرار داد برای ایمنی بیشتر، رنگ عناصر مذکور در سطح پایینی از رطوبت تغییر می‌کند. به دلیل وابستگی نقطه تغییر رنگ به دمای خط-مایع و مبرد به‌کاررفته در سامانه، دستورالعمل‌های تولیدکنندگان این عناصر حساس-رطوبتی باید کاملاً اجرا گردند

اندازه‌گیری رطوبت

شیوه‌های ذیل برای اندازه‌گیری میزان رطوبت مبردهای هالوکربنی مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند. میزان رطوبت اندازه‌گیری‌شده عموماً در گستره mg/kg می‌باشد و چنین روش‌هایی نیازمند تجهیزات آزمایشگاهی خاص و تکنیک‌های ویژه‌ای می‌باشند.

روش کارل فیشر^۴، روش مناسبی برای اندازه‌گیری میزان رطوبت یک مبرد است، حتی اگر مبرد مذکور حاوی روغن

5 - Volumetric titration

6 - Coulometric titration

7 - Haagen Smit et al

8 - The gravimetric method

4 -The Karl Fischer method

می باشد و همچنین در معرض تاثیر نامطلوب وجود روان ساز در داخل مبرد است.

جاذب رطوبت

جاذب های رطوبت به کاررفته در سامانه های تبرید، رطوبت موجود در یک مخلوط مبرد/ روان ساز گازی یا مایع را جذب کرده و یا با آن واکنش شیمیایی می دهند. جاذب های جامدی که به طور گسترده ای به عنوان عوامل رطوبت گیری در سامانه های تبرید به کار گرفته می شوند، رطوبت را از هر دو تجهیزات جدید و نصب شده دفع می کنند. جاذب رطوبت در داخل تجهیزاتی به نام خشک کن (درایر) یا خشک کن- فیلتر قرار داده می شود و می تواند هم در خط مایع و هم در خط مکش یک سامانه تبرید نصب گردد.

جاذب های رطوبت باید اکثر رطوبت موجود را دفع کرده و همچنین نباید با هیچ یک از مواد دیگر سامانه تبرید واکنش نامطلوبی داشته باشند. اکسید آلومینیوم فعال، ژل سیلیکا و غربال های مولکولی از جمله مهمترین و پرمصرف ترین جاذب های رطوبت متداول می باشند که برای رطوبت گیری مبرد بسیار مطلوب هستند. آب به طور فیزیکی توسط سطوح داخلی این مواد جاذب شدیداً متخلخل جذب می گردد. اکسید آلومینیوم فعال و ژل سیلیکا دارای گستره وسیعی از اندازه های روزنه متفاوت هستند، که برای جذب مبرد، روان ساز، افزودنی ها و مولکول های آب به اندازه کافی بزرگ می باشند. با این وجود اندازه های روزنه غربال های مولکولی یکنواخت می باشند و دارای روزنه تقریباً 0.3 mm برای غربال مولکولی نوع 3A و یا اندازه تقریبی روزنه 0.4 mm برای غربال مولکولی نوع 4A می باشند. روزنه های یکنواخت این غربال ها مانعی

داده می شود که هر کدام حاوی پنتوکسید فسفردار (P_2O_5) هستند. رطوبت موجود در مبرد به طور شیمیایی با P_2O_5 واکنش نشان می دهد و به صورت افزایش جرمی لوله اول خود را نشان می دهد. لوله دوم نیز به عنوان وسیله تعیین وزن خالص به کار می رود. این شیوه هنگامی رضایت بخش می باشد که مبرد موردنظر کاملاً خالص باشد و وجود مواد روان ساز در داخل مبرد منجر به کسب نتایج نادرستی می گردد و دلیل آن ناشی از این موضوع است که وزن روان ساز در واقع به وزن آب اضافه می گردد. میزان مبرد مورد نیاز برای کسب نتایج دقیق حدود 200 g می باشد و به دلیل لزوم حرکت آرام مبرد از میان لوله، تحلیل مذکور چندین ساعت به طول می انجامد.

دی گیسو و استالزر^۹ (۱۹۶۹) تحلیل گر رطوبت الکترولیتی^{۱۰} را ارائه کردند که برای مبردهای با خلوص بالا بسیار مناسب می باشد. رطوبت سنج های الکترونیکی دیگری نیز وجود دارند که رطوبت را به وسیله جاذب سطحی آب بر روی یک نوار آلومینیومی دارای بار مثبت که با یک فویل طلا پوشیده شده است، تشخیص می دهند (دان و کلنسی^{۱۱}، ۱۹۸۴).

برای کسب دقت بیشینه، کالیبراسیون رطوبت سنج های مذکور الزامی می باشد. این رطوبت سنج ها، قرائت های پیوسته ای را از میزان رطوبت ارائه می دهند و به سرعت به تغییرات پایش شده واکنش نشان می دهند. داده های نشان دهنده نرخ های خشک سازی را می توان با استفاده از این تجهیزات گردآوری نمود (کوهن^{۱۲}، ۱۹۹۴). بریسن^{۱۳} (۱۹۹۵) از این روش در مطالعه انتقال رطوبت در تجهیزات درزبند (کاملاً بسته) استفاده کرده است. سراسر و همکارانش^{۱۴} (۱۹۹۳) از طیف نمایی رزونانس مغناطیسی هسته ای^{۱۵} برای تعیین قابلیت انحلال رطوبت در مبردهای R-123 و R-134a استفاده کردند. روش دیگری به نام طیف نمایی مادون قرمز نیز برای تجزیه و تحلیل رطوبت، مورد استفاده قرار گرفته است، اما برای کسب نتایج دقیق نیازمند یک نمونه بزرگ

9 - DeGeiso and Stalzer

10 - The electrolytic moisture analyzer

11 - Dunne and Clancy

12 - Cohen

13 - Briskin

14 - Thrasher et al

15 - Nuclear magnetic resonance spectroscopy

جدول ۳: احیاء مجدد جاذب

جاذب	دما (°C)
آلومین فعال	200 تا 310
ژل سیلیکا	180 تا 310
غربال های مولکولی	260 تا 350

بابک مس ایرانیان

تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته ترین و مدرن ترین خط تولید



www.ibcco.midhco.com

استفاده از جاذب‌های رطوبتی که آب را به‌وسیله واکنش شیمیایی جذب می‌کنند، توصیه نمی‌شود. کلراید کلسیم با آب واکنش می‌دهد و در نتیجه این واکنش، مایعی خورنده تشکیل می‌گردد. اکسید باریوم نیز به‌عنوان ماده‌ای شناخته می‌شود که سبب انفجار می‌گردد. نمک اسید پرکلریک مگنزیوم و نمک اسید پرکلریک باریوم هر دو جزء عوامل اکسیداسیون بسیار قدرتمندی می‌باشند، که خطرات انفجاری بالقوه‌ای را در حضور روان‌سازها به وجود می‌آورند. پنتوکسید فسفردار، یک جاذب رطوبت بسیار مناسب است، اما شکل پودری و ریز آن دشواری زیادی را در استفاده و تولید محصولی با مقاومت بالا در برابر جریان گاز و مایع به وجود می‌آورد. مخلوطی از اکسید کلسیم و هیدروکسید سدیم که دارای کاربرد محدودی به عنوان تنظیف‌کننده اسیدی دارد نباید به عنوان جاذب رطوبت مورد استفاده قرار گیرد.

جاذب‌های رطوبت به آسانی رطوبت را جذب می‌کنند و به این علت باید تا زمانی که برای استفاده آماده شوند، کاملاً مورد حفاظت قرار گیرند. در صورتی که قبل از کاربرد، جاذب رطوبت مقداری از رطوبت را در خود جذب کرده باشد، می‌توان آن را تحت شرایط آزمایشگاهی و به‌وسیله گرمایش حدوداً ۴ ساعته در یک دمای مناسب، و یا ترجیحاً با تزریق هوای خشک و یا در یک کوره خلاء (جدول ۳) دوباره فعال کرد. آب جذب‌شده توسط جاذب رطوبت تنها در دماهای تعیین شده تخلیه می‌گردد و جاذب رطوبت را به حالت فعال اولیه خود باز می‌گرداند. در طول فعال‌سازی مجدد جاذب از دوباره فعال‌سازی‌های مکرر و دماهای بیش از حد خودداری کنید، زیرا این اعمال منجر به خرابی جاذب خواهند شد. به دلیل وجود روان‌ساز و آلاینده‌های دیگر در خشک‌کن و همچنین امکان خرابی ناشی از گرمایش بیش از حد پوسته خشک‌کن، جاذب رطوبت یک خشک‌کن تجهیزات تبرید را نباید برای استفاده مجدد دوباره فعال‌سازی نمود.

شرایط تعادلی جاذب‌های رطوبت

جاذب‌های رطوبت سامانه‌های تبرید و تهویه مطبوع بر طبق اصول تعادلی عمل می‌کنند. اگر یک جاذب فعال در

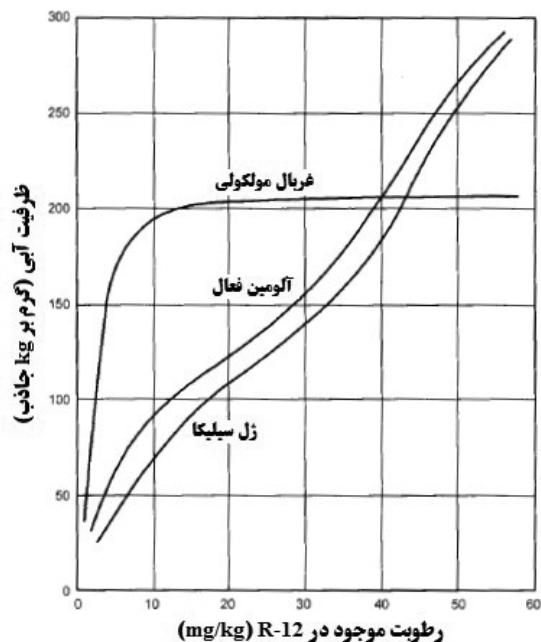
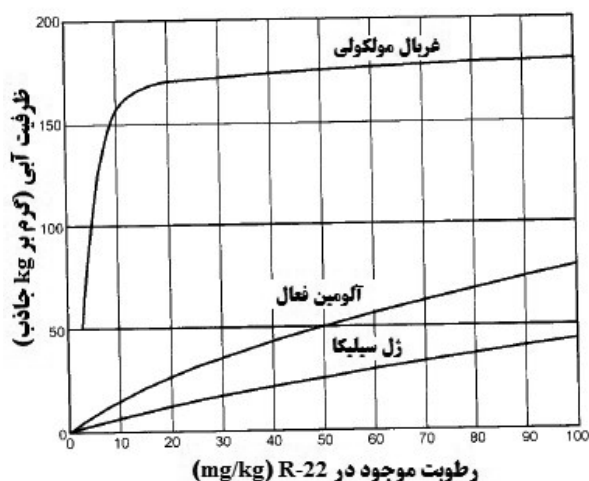
برای جذب سطحی مولکول‌های روان‌ساز می‌باشد. همچنین می‌توان با انتخاب غربال‌های مولکولی مناسب از جذب سطحی مولکول‌های مبرد جلوگیری کرد. این ویژگی در واقع مزیتی را برای غربال‌های مولکولی در افزایش ظرفیت آب و بهبود سازگاری شیمیایی میان مبرد و جاذب رطوبت فراهم می‌سازد (کوهن ۱۹۹۳، ۱۹۹۴، کوهن و بلک ول ۱۹۹۵، کوهن و تاکر ۱۹۹۸). تولیدکنندگان خشک‌کن و یا جاذب رطوبت می‌توانند اطلاعاتی را در مورد ویژگی‌های هر کدام از جاذب‌های رطوبت، در زمینه جذب و یا عدم جذب یک مبرد خاص را ارائه دهند.

تولیدکنندگان خشک‌کن‌ها عموماً ترکیبی از جاذب‌های رطوبت را پیشنهاد می‌دهند که می‌توانند در یک خشک‌کن منفرد مورد استفاده قرار گیرند و به دلیل جذب تنوع گسترده‌تری از آلاینده‌های سامانه تبرید دارای مزایای بسیار بیشتری نسبت به یک جاذب رطوبت منفرد خواهند بود. دو ترکیب به‌کاررفته شامل ترکیب اکسید آلومینیوم فعال با غربال‌های مولکولی و همچنین ژل سیلیکا با غربال‌های مولکولی می‌باشند. کربن فعال نیز در برخی از ترکیب‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جاذب‌های رطوبت به صورت دانه‌ای، مهره‌ای و قالبی در دسترس می‌باشند. جاذب‌های هسته‌جامد و یا شکل‌های قالبی آن‌ها شامل مهره‌های جاذب و دانه‌های جاذب و یا هر دو آن‌ها می‌باشند که به‌وسیله مواد چسبی به یکدیگر متصل شده‌اند (واکر ۱۹۶۳). چسب اتصال‌دهنده عموماً یک ماده غیر جاذب است. فیلتراسیون مناسب، تماس کافی و صحیح بین جاذب و مبرد و افت فشار پایین به‌وسیله انتخاب اندازه مناسب ذرات جاذب تشکیل‌دهنده هسته و به‌وسیله انتخاب هندسی صحیح هسته با توجه به مبرد جاری، به دست می‌آیند. جاذب‌های غربالی مولکولی مهره‌ای دارای ظرفیت آب بالاتری بر واحد جرم نسبت به جاذب‌های رطوبت هسته‌جامد می‌باشند. تولیدکنندگان خشک‌کن برای رسیدن به خواص مورد نظر و مطلوب، ترکیبات و شکل‌های مختلفی از جاذب‌های رطوبت را ارائه می‌دهند.

16 -Cohen and Blackwell

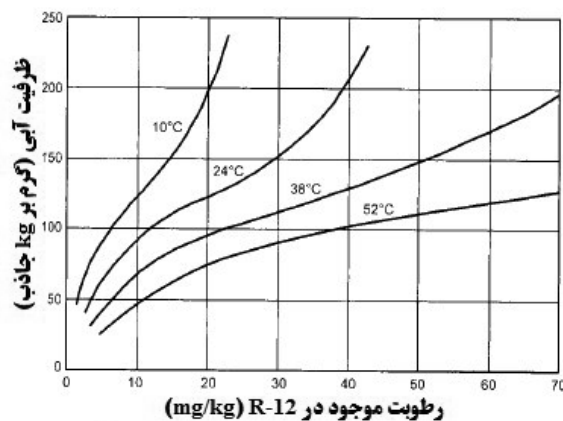
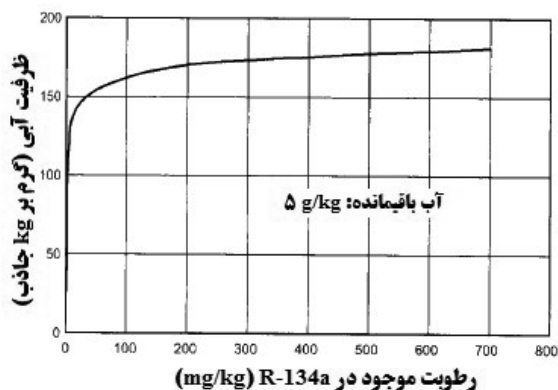
17 -Cohen and Tucker



شکل ۱: منحنی‌های تعادلی رطوبت برای مایع R-12 و سه جاذب متداول در دمای 24 °C
شکل ۲: منحنی‌های تعادلی رطوبت برای مایع R-22 و سه جاذب متداول در دمای 24 °C

نشریه تخصصی سیستم‌های سرما پاشی، گرمایشی و تهویه مطبوع

www.sarmayeshgarmayesh.ir



شکل ۴: منحنی‌های تعادلی رطوبت، برای غریبال مولکولی، در مایع R-134a در 52 °C (با ادای احترام به UOP، با اجازه قبلی، مجددا چاپ شده است)

شکل ۳: منحنی‌های تعادلی رطوبت، برای آلومین فعال، در دماهای مختلف مایع R-12

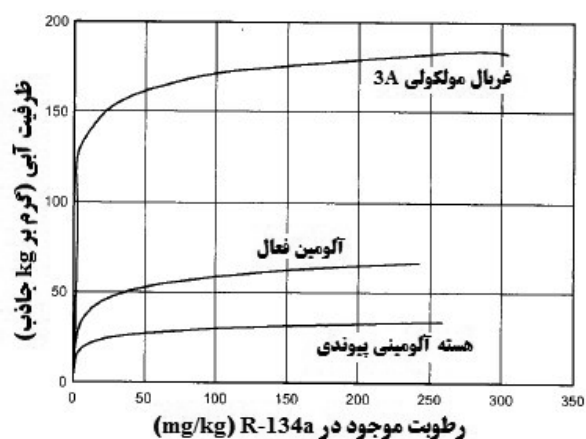
بابک مس ایرانیان

تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته ترین و مدرن ترین خط تولید

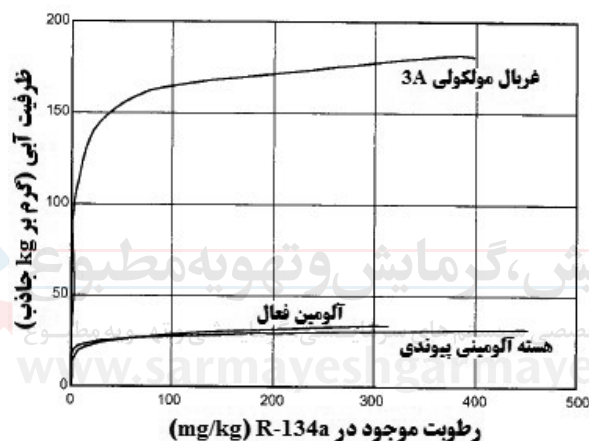


IRANIAN BABAK COPPER CO.

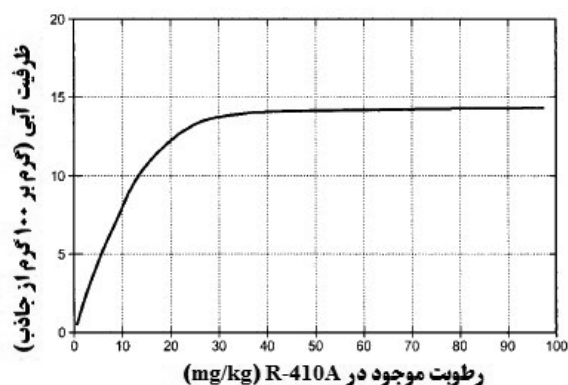
www.ibcco.midhco.com



شکل ۵: منحنی‌های تعادلی رطوبت برای سه جاذب متداول در مایع R-134a و ۲ درصد از روغن POE در 24 ° C



شکل ۶: منحنی‌های تعادلی رطوبت برای سه جاذب متداول در مایع R-134a و ۲ درصد از روغن POE در 52 ° C



شکل ۷: منحنی تعادلی رطوبت برای 3A مولکولی در مایع R-410A در 52 ° C اقتباسی از Cohen و Tucker (۱۹۹۸)

شکل‌های ۱ و ۲ منحنی‌های تعادلی رطوبت ۳ جاذب رطوبت سطحی متداول را نشان می‌دهند که برای خشک‌کن‌های مبردهای R-12 و R-22 در دمای ۲۴ درجه سلسیوس به کار رفته‌اند. همان‌طور که در شکل نشان داده شده است، ظرفیت جاذب رطوبت برای مبردهای مختلف و در EPD مورد نیاز مشابه، کاملاً متفاوت می‌باشد. به‌طور کلی مبردی با قابلیت انحلال رطوبت بیشتر نسبت به مبردی با قابلیت انحلال کمتر، نیازمند جاذب بیشتری برای رطوبت‌گیری مناسب می‌باشد.

شکل ۳ اثر دما را بر ظرفیت‌های تعادلی رطوبت آلومین فعال و R-12 نشان می‌دهد. ظرفیت‌های آبی بسیار بالاتری در دماهای پایین‌تر به دست می‌آیند و این موضوع بیانگر مزیت قرار دادن خشک‌کن‌های آلومینی در نقاط نسبتاً خنک سامانه است. اثر دما بر روی ظرفیت آبی غزال‌های مولکولی بسیار کمتر می‌باشد. استاندارد ASHRAE 711 لزوم تعیین ظرفیت آبی را برای مبرد R-12 در EPD

تماس با مبرد مرطوب قرار گیرد، آب از مخلوط مبرد و آب به درون سطح جاذب جذب می‌گردد و این عمل تا زمانی ادامه می‌یابد که فشارهای بخار آب جذب شده (یعنی در سطح جاذب) و فشار آب باقیمانده در مبرد برابر شوند. به‌طور عکس اگر فشار بخار آب بر روی سطح جاذب بالاتر از فشار بخار آب مبرد باشد، آب به داخل مخلوط مبرد و آب آزاد می‌گردد و حالت تعادلی دوباره به وجود می‌آید.

جاذب‌های سطحی رطوبت به‌وسیله حفظ (جذب) رطوبت بر روی سطوح داخلی‌شان عمل می‌کنند. مقدار آبی که توسط یک جاذب رطوبت در شرایط تعادلی جذب می‌شود، تحت تاثیر این عوامل قرار دارد:

(۱) حجم روزنه‌های جاذب، اندازه روزنه و مشخصات سطحی

جاذب

(۲) دما و میزان رطوبت مبرد

(۳) قابلیت انحلال آب در مبرد.

شکل‌های ۱ تا ۳ منحنی‌های تعادلی (که به عنوان خطوط

همدمای جذب سطحی^{۱۸} شناخته می‌شوند)

جاذب‌های سطحی رطوبت مختلفی را نشان

می‌دهند که برای مبردهای R-12 و R-22

مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این منحنی‌ها

نماینده و معرف مواد در دسترس تجاری هستند.

منحنی‌های همدمای جذب سطحی مذکور بر

مبنای تکنیک گولی و همکارانش (۱۹۵۴) ترسیم

شده‌اند و توسط استاندارد ASHRAE 35 مورد

اصلاح و بازبینی قرار گرفته‌اند. استانداردهای

ASHRAE 1/63 و 35 میزان رطوبت مبرد را به

عنوان خشکی نقطه تعادلی (EPD) و رطوبت

جذب شده توسط جاذب را به عنوان ظرفیت

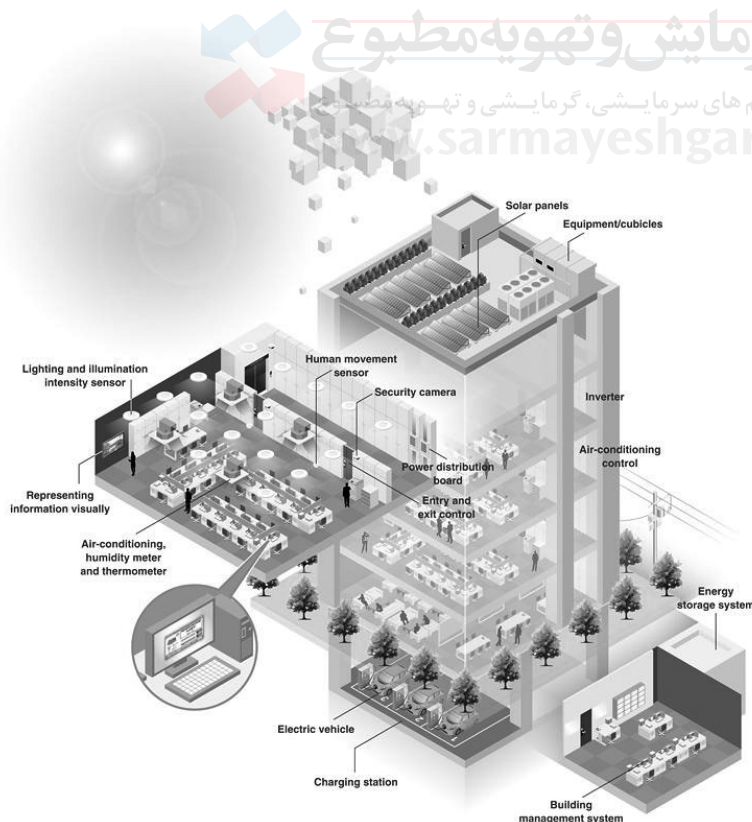
آبی تعریف می‌کنند. منحنی‌های مذکور

نشان می‌دهند که برای هر مقدار معینی از

آب موجود در یک مبرد مشخص، مقدار معین

و متناظری از آب توسط جاذب رطوبت جذب

می‌شود.



18 - Adsorption isotherms

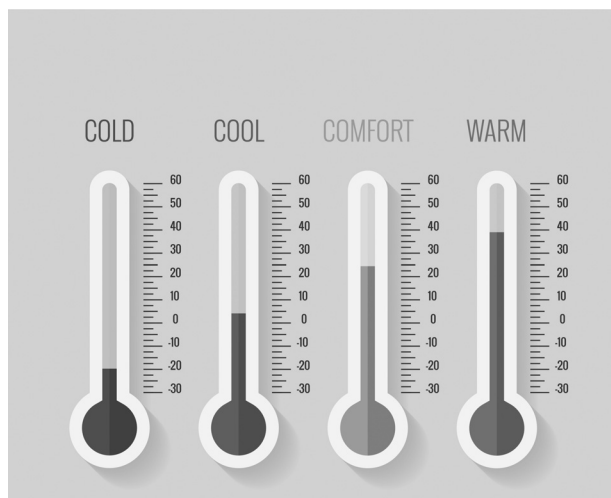
بابک مس ایرانیان

تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته ترین و مدرن ترین خط تولید



IRANIAN BABAK COPPER CO.

www.ibcco.midhco.com



قالب‌های جاذب رطوبت به‌هم‌پیوسته، به همراه غربال مولکولی و آلومین فعال قرار داده می‌شود.

کاربردهای جاذب رطوبت

به غیر از جذب آب ممکن است که جاذب‌های رطوبت با اسیدها، رنگ‌ها، افزودنی‌های شیمیایی و محصولات ناشی از واکنش روان‌ساز مبرد واکنش داده و یا آن‌ها را جذب کنند. اسیدها: به‌طور کلی اسیدها می‌توانند به سامانه‌های تبرید آسیب بزنند. مقدار اسیدی که یک سامانه تبرید، قادر به تحمل آن می‌باشد (کمترین میزان از مواد اسیدی، بدون تاثیر بر سامانه تبرید) به اندازه، طراحی مکانیکی و ساختار سامانه، نوع عایق موتور، نوع اسید و مقدار آب داخلی سامانه وابسته است.

به دلیل پیچیدگی محیط و شرایط اسیدها، تعیین ظرفیت حذف مواد اسیدی توسط جاذب‌ها بسیار مشکل است. هافمن و لانج (۱۹۶۲) و میز (۱۹۶۲) نشان دادند که جاذب‌های رطوبت مواد اسیدی را به‌وسیله جذب سطحی و یا واکنش شیمیایی از مبردها و روان‌سازها حذف می‌کنند. همچنین هافمن و لانج نشان دادند که میزان ظرفیت پذیرش آب توسط جاذب، نوع جاذب و نوع مواد اسیدی نقشی اساسی را در میزان قابلیت جاذب‌ها در دفع اسیدها از سامانه‌های تبرید بازی می‌کنند. همچنین باید متذکر شویم که اسیدهای

آبی برابر ۱۵ mg/kg و همچنین برای مبرد R-22 در EPD آبی برابر ۶۰ mg/kg ارائه کرده است. تعیین هر کدام از این ظرفیت‌های آبی باید در دماهای ۲۴ و ۵۲ درجه سلسیوس انجام گیرد (شکل ۱ و ۲ را مشاهده فرمایید).

شکل ۴ ظرفیت آبی یک غربال مولکولی به‌کاررفته برای مبرد R-134a در دمای ۵۲ درجه سلسیوس را نشان می‌دهد. این داده‌ها با استفاده از روش کارل فیشر به دست آمده‌اند که مشابه با آن چیزی است که توسط دان و کلنسی (۱۹۸۴) مورد توصیف قرار گرفته است. کاوستری و اسپجر (۱۹۹۹) ظرفیت‌های آبی ۳ جاذب متداول را در شرایطی برای رطوبت‌گیری مبرد R-134a تعیین کرده‌اند، که روان‌ساز POD به آن اضافه شده بود. شکل‌های ۵ و ۶ ظرفیت آبی غربال‌های مولکولی نوع A3، آلومین مهره‌ای فعال، و هسته‌های آلومینی فعال یکپارچه (متصل به یکدیگر) را برای رطوبت‌گیری مبرد R-134a و ۲ درصد از روان‌ساز POE در دماهای ۲۴ و ۵۲ درجه سلسیوس نشان می‌دهند. شکل ۷ نیز ظرفیت آبی یک غربال مولکولی را در رطوبت‌گیری از مبرد مایع R-410A و در دمای ۵۲ درجه سلسیوس نشان می‌دهد، که از کارهای کوهن و تاکر (۱۹۹۸) اتخاذ شده است.

با وجود اینکه شکل‌های مذکور نشان‌دهنده ظرفیت‌های آبی بالاتر غربال‌های مولکولی نسبت به آلومین فعال و یا ژل سیلیکا در PED ارائه شده هستند، تمامی این ۳ نوع از جاذب‌های رطوبت در صورت استفاده از مقادیر کافی آن‌ها، کاملاً مناسب می‌باشند. هنگام انتخاب جاذب مناسب برای رطوبت‌گیری مبرد، هزینه، دمای کاری، حضور آلاینده‌های دیگر و ظرفیت تعادلی در EPD مطلوب باید در نظر گرفته شوند. در این مورد باید با تولیدکننده جاذب رطوبت برای کسب اطلاعات لازم و اخذ منحنی‌های تعادلی مربوط به سامانه‌های جاذب/مبرد مورد نظر مشورت کنید.

کربن فعال به‌طور فنی یک جاذب رطوبت تلقی نمی‌شود، اما غالباً در فیلتر-خشک‌کن‌ها برای تمیزکاری موم‌ها و رزین‌های نامحلول مورد استفاده قرار می‌گیرد. جاذب‌های متداول دیگر قادر به رفع چنین آلاینده‌هایی که می‌توانند موجب گرفتگی ابزار انبساطی و کاهش ظرفیت و بازده سامانه شوند، نیستند. کربن فعال عموماً به صورت یکپارچه در داخل

حذف آب محلول در میرد بر جای نمی گذارد (واکر و همکاران، ۱۹۵۵). غالباً محصولات ناشی از واکنش روان ساز شامل لجن و یا پودرهایی می باشند که می توانند به صورت مکانیکی به وسیله خشک کن تصفیه گردند.

مواد شیمیایی: مبردهایی با قابلیت جذب توسط جاذب رطوبت، در همان ابتدای تزریق میرد به داخل سامانه موجب افزایش قابل توجه دمای خشک کن می شوند. این افزایش دما ناشی از وجود رطوبت در میرد نمی باشد، اما نتیجه ای از گرمای جذب سطحی میرد است. ممکن است که افزودنی های روان ساز به وسیله ژل سیلیکا و آلومین فعال جذب شوند. به دلیل اندازه روزنه کوچک، غرال های مولکولی عموماً قادر به جذب افزودنی ها و یا ماده روان ساز نمی باشند.

خشک کن ها

خشک کن ابزاری است که یک جاذب رطوبت را در بر می گیرد و به این طریق رطوبت موجود را جمع آوری کرده و حفظ می کند و اما به غیر از این کارکرد، به عنوان فیلتر و جذب کننده اسیدها و آلاینده های دیگر نیز عمل می کند. برای جلوگیری از یخ زدگی رطوبت در شیرهای انبساطی و یا لوله های موئین، یک خشک کن را در خط مایع و نزدیک به این ابزارها نصب می کنند. از مکان های داغ دوری کنید. خشک کن ها تنها می توانند در سمت فشار پایین ابزار انبساطی کار کنند، اما این موقعیت، مکان مناسب و قابل ترجیحی نمی باشد (جونز، ۱۹۶۹).

هنگام عبور میرد مایع از میان یک خشک کن، رطوبت کاهش می یابد. با این وجود، کروس و همکارانش (۱۹۶۰) نشان دادند که زمان قابل توجهی برای رسیدن به تعادل رطوبتی در یک واحد تبرید مورد نیاز می باشد. معمولاً رطوبت در سراسر کل سامانه توزیع می گردد و زمان قابل توجهی برای حمل و انتقال رطوبت توسط جریان در گردش مخلوط میرد و روان ساز به سمت خشک کن مورد نیاز می باشد. کوهن (۱۹۹۴) و کوهن و دان (۱۹۸۷) سینتیک میردهای در حال خشک شدن را در سامانه های گردشی (سامانه های با گردش میرد در سیکل تبرید) مورد بررسی قرار داده اند.

تشکیل شده در این سامانه ها می توانند به صورت غیرآلی (مانند HCl و HF) و یا مخلوطی از اسیدهای آلی باشند. برای تعیین ظرفیت های اسیدی جاذب ها توجه به تمامی عوامل ذکر شده الزامی می باشد.

کلوستری و اسکولی (۱۹۹۸) ظرفیت اسیدی غیرآلی جاذب ها را تعیین کرده اند. هر دو جاذب، هم غرال مولکولی و هم جاذب های آلومینی، مواد اسیدی غیرآلی نظیر HCL و HF را از سامانه های تبرید دفع می کنند. غرال های مولکولی این اسیدها را به واسطه جذب شیمیایی بازگشت ناپذیر دفع می کنند، اسیدها نمک های متناظرشان را با یون های مثبت پتاسیم و سدیم غرال مولکولی تشکیل می دهند. آلومین نیز چنین اسیدهایی را اصولاً به وسیله جذب سطحی فیزیکی بازگشت پذیر دفع می کند.

کافمن و گاندرسن (۲۰۰۳) شیوه انجام تستی را برای تعیین ظرفیت حذف اسیدهای آلی ارائه کرده اند و آن را برای مخلوط های میرد/روغن/اسید کربوکسیلیک به شکل R-22/روغن معدنی/اولیک اسید و همچنین POE/R-134a اسید هگزانویک در دمای اتاق و ۵۲ درجه سلسیوس به کار برده اند. آن ها دریافتند که آلومین فعال دارای بالاترین ظرفیت در حذف اسیدهای آلی می باشد و در مراتب بعدی سیلیکا ژل و غرال های مولکولی قرار دارند.

رنگ ها: مواد رنگی به طور مکرر توسط آلومین فعال و ژل سیلیکا و در برخی از مواقع توسط سولفات کلسیم و غرال های مولکولی جذب می گردند. و به این علت ممکن است که تاثیرپذیری آشکار سازهای نشتی رنگ دانه ای (نشتی سنج های رنگی) در سامانه های حاوی جاذب های رطوبت از میان برود. فعل و انفعال بین رنگ و خشک کن باید قبل از ورود رنگ به داخل سامانه مورد ارزیابی قرار گیرد.

محصولات ناشی از خرابی روان ساز: روان سازها می توانند با ایجاد واکنش شیمیایی محصولات را تولید کنند که توسط خشک کن ها قابل جذب می باشند. برخی از این محصولات ترکیبات آب گریزی هستند که در هنگام جذب توسط جاذب های رطوبت، موجب کاهش نرخ جذب آب مایع توسط جاذب های رطوبت می شوند. با این وجود این مورد تاثیر منفی قابل توجهی بر روی نرخ و ظرفیت جاذب رطوبت برای

(۱) جاذب رطوبت در واقع قلب یک خشک کن است و انتخاب جاذب مناسب، انتخابی بسیار مهم می باشد. اطلاعات بیشتری در بخش جاذب های رطوبت ارائه شده است.

(۲) اندازه گیری ظرفیت آبی خشک کن با توجه به توضیحات ارائه شده در استاندارد AHRI 711 انجام می گیرد. برای جلوگیری از ابهام و سردرگمی ناشی از مقادیر تعیین شده در نقاط دیگر، نقاط مرجعی به طور قراردادی در نظر گرفته شده اند. مبرد مورد نظر، مقدار جاذب رطوبت و اثر دما عواملی هستند که همگی در تعیین ظرفیت آبی در نظر گرفته شده اند.

(۳) ظرفیت جریان خط مایع در افت فشار $k_p 7$ در طول خشک کن، به وسیله شیوه های رسمی استاندارد AHRI 711 و استاندارد ANSI/ASHRAE 1/63 فهرست شده اند. روز و همکارانش (۱۹۶۵) شیوه سیکل بسته ای را برای ارزیابی فیلتراسیون و مشخصات جریان خشک کن های مبرد خط مایع تشریح کرده اند. ظرفیت جریان فیلترهای خط مکش و خشک کن- فیلترها با توجه به استاندارد AHRI 730 و استاندارد ASHRAE 78 تعیین شده اند. استاندارد AHRI 730 افت های فشار توصیه شده ای را برای انتخاب خشک کن- فیلترهای خط مکش و برای نصب دائمی و یا موقت ارائه کرده است. ممکن است که ظرفیت جریان در هنگام فیلتراسیون و تخلیه مقادیر بحرانی از ذرات جامد و نیمه جامد توسط خشک کن ها، به شدت کاهش یابد. در هر زمان که ظرفیت جریان به پایین تر از الزامات مورد نظر دستگاه کاهش یابد، خشک کن را باید تعویض نمود.

(۴) با وجود اینکه محدودیت های مربوط به اندازه ذره با توجه به اندازه و طراحی سامانه تبرید و همچنین با توجه به هندسه و سختی ذرات تغییر می کنند، تولیدکنندگان، قابلیت های فیلتراسیون را به قصد مقایسه منتشر می کنند.

اجرای تست و رتبه بندی

جاذب های رطوبت و خشک کن ها با توجه به شیوه های استانداردهای 35 و ASHRAE 1/63 مورد تست قرار می گیرند. همچنین خشک کن ها تحت استاندارد

خشک کن های کاملاً پر نشده باید به صورت عمودی نصب گردند، به طوری که مبرد از بالا به پایین جریان یابد. در این ترکیب بندی، هر دو نیروهای گرانشی و کششی در جهت پایین و بر روی جاذب های مهره ای وارد می گردند. فرونشست جاذب های مهره ای، فضای خالی را در بالا به وجود می آورد، که مشکلی ایجاد نخواهد کرد.

باید از جهت گیری عمودی با جریان روبه بالا (با عملکرد متضاد دو نیروی مذکور) خودداری شود و دلیل آن نیز ناشی از آن است که جریان مبرد رو به بالا می تواند منجر به شناور و معلق شدن جاذب های مهره ای شده و سبب حرکت مهره ها در جهت مخالف یکدیگر شود. چنین پیکربندی می تواند منجر به افزایش ساییدگی یا خراشیدگی مهره ها شود و ذرات ریزی را تولید کند که موجب آلودگی سامانه شوند. فرونشست مهره ها فضای خالی را در بین صفحات (غزال های) ابقاء ایجاد می کند که موجب افزایش پدیده شناوری می گردد. از نصب افقی خشک کن کاملاً پر نشده اجتناب کنید، زیرا فرونشست مهره های جاذب، فضای خالی را ایجاد می کند که شناوری (حالت سیال شدگی) مهره ها را افزایش داده و همچنین می تواند کانالی را در اطراف مهره ها ایجاد کند که موجب کاهش اثربخشی رطوبت گیری خواهد شد. همچنین از خشک کن ها برای تمیزکاری سامانه های به شدت آلوده شده توسط خرابی های مکانیکی و داغ شدگی موتورهای محصور (کاملاً درزبند) استفاده می شود (بخش شیوه تمیزکاری سامانه بعد از داغ شدگی موتور محصور را مشاهده فرمایید).

انتخاب خشک کن

جداول انتخاب خشک کن ارائه شده توسط تولیدکنندگان این خشک کن ها، فهرستی از مقدار جاذب، ظرفیت جریان مبرد، مساحت فیلتر، ظرفیت آبی و توصیه هایی را در مورد ظرفیت تبرید و نوع خشک کن مناسب برای کاربردهای مختلف ارائه می کند.

تولیدکنندگان تجهیزات مختلف در هنگام انتخاب یک خشک کن باید عوامل ذیل را در نظر بگیرند:



تولید کننده انواع بوستر پمپ
Experience of Water Supply

WWW.KARABCO.COM



محصور)، در جایی که این آلاینده‌ها به عنوان رساناهایی بین سیم‌پیچ‌های موتور منفرد عمل می‌کنند و یا در هنگام وقوع خمیدگی سیم‌پیچ‌ها، موجب سایش پوشش سیم می‌گردند.

- ته‌نشست بر روی بلوک‌های ترمینال و عمل کردن به عنوان یک رسانا
- مسدود کردن صفحه شیر انبساطی و یا لوله‌های موئین

- ته‌نشست بر روی نشیمن‌گاه شیرهای مکش و تخلیه که موجب کاهش قابل توجهی در بازده کمپرسور می‌گردد.
- مسدود شدن سوراخ‌های روغن بخش‌هایی از کمپرسور که موجب روغن‌کاری نامناسب کمپرسور می‌شود.
- افزایش نرخ تجزیه شیمیایی [برای مثال، در دماهای بالا، تجزیه مبرد R-22 در تماس با پودر آهن، اکسید آهن و یا اکسید مس تسریع می‌گردد (نورتون، ۱۹۵۷)].

- مسدود کردن خشک‌کن‌ها

خشک‌کن- فیلترهای خط مایع، فیلترهای مکش، و صافی‌ها، آلاینده‌ها را از کمپرسور و شیر انبساطی دور نگه می‌دارند (ایزوله می‌کنند). فیلترها میزان بازگشت مواد ذره‌ای به داخل کمپرسور و شیر انبساطی را کمینه می‌سازند، اما ظرفیت فیلترهای مایع و یا مکشی که به‌طور دائمی در سامانه نصب شده‌اند باید به‌گونه‌ای باشد که بدون ایجاد افت‌های فشار شدید و انرژی‌بر، قابلیت دریافت این مواد ذره‌ای را داشته باشند. سازندگان تجهیزات باید رویه‌های ذیل را برای اطمینان از عملکرد صحیح تجهیزات در طول عمر طراحی تجهیز، در نظر بگیرند:

(۱) توسعه تشریح مشخصات پاکیزگی که شامل مقادیر

AHRI 711 مورد رتبه‌بندی قرار می‌گیرند. استانداردهای کمینه‌ای برای فهرست‌بندی خشک‌کن‌های مبرد، در استاندارد 207 UL قابل‌دسترسی می‌باشند. استاندارد 2/63 ASHRAE روش اجرای تستی را برای آزمایش فیلتراسیون خشک‌کن- فیلترها ارائه کرده است. هیچ استاندارد AHRI یی به قصد ارائه شرایط رتبه‌بندی، برای انتشار ظرفیت فیلتراسیون ارائه نشده است.

آلاینده‌های دیگر

خشک‌کن- فیلترهای مبرد ابزارهای اصلی به‌کاررفته برای حذف آلاینده‌ها از سامانه‌های تبرید می‌باشند. خشک‌کن- فیلترها در واقع جایگزینی برای بهره‌برداری و طراحی مناسب یک سامانه نمی‌باشند، اما به عنوان ابزاری برای حفظ عملکرد مستمر و صحیح سامانه بسیار ضروری هستند. آلاینده‌های دفع شده توسط خشک‌کن- فیلترها شامل رطوبت، مواد اسیدی، هیدروکربن‌هایی با جرم مولکولی بالا، محصولات ناشی از تجزیه روغن و مواد نامحلولی نظیر ذرات فلزی و اکسید مس می‌باشند.

آلاینده‌های فلزی و خاک (چرک)

ذرات آلاینده کوچک به‌طور مکرر در طول ساخت و یا سرویس سامانه، در سامانه‌های تبرید باقی می‌مانند. این ذرات آلاینده کوچک شامل تراشه‌های مس، فولاد یا آلومینیوم، اکسید آهن یا مس، کلراید آهن یا مس، باقیمانده‌های فرایند جوشکاری، گدازه‌های ناشی از لحیم‌کاری و جوشکاری، شن و خاکی‌های دیگر می‌باشند. برخی از این آلاینده‌ها نظیر کلراید مس، در طول زمان کارکرد سامانه از طریق سایش طبیعی و یا تجزیه شیمیایی ایجاد می‌شوند. آلاینده‌های جامد دارای گستره وسیعی از اندازه، شکل، و چگالی مختلف هستند. آلاینده‌های جامد از طریق روش‌های ذیل منجر به ایجاد مشکلاتی در سامانه می‌گردند:

- ایجاد شیار بر روی یاتاقان‌ها و دیواره‌های سیلندر
- تجمع در عایق‌بندی موتور یک سامانه درزبند (کاملاً



انجام گرفته می‌توانند برای ارزیابی بازده فیلتر، اندازه بیشینه ذرات گریخته (ذراتی که جذب نشده و از فیلتر خارج شده‌اند) و اندازه ذرات گریخته متوسط به کار روند.

ذرات بسیار کوچکی که از میان فیلتر عبور می‌کنند تمایل دارند که در داخل پوسته موتور متراکم گردند. اکثر کمپرسورها دارای قابلیت تحمل مناسبی در مقابل مقادیر کوچکی از این ذرات هستند و امکان عبور این ذرات را به داخل ورودی پمپ روغن نمی‌دهند. لازم به ذکر است که ورود این ذرات به داخل ورودی پمپ روغن می‌تواند موجب خرابی سطوح متحرک گردد.

آلاینده‌های آلی: لجن، موم و قیر

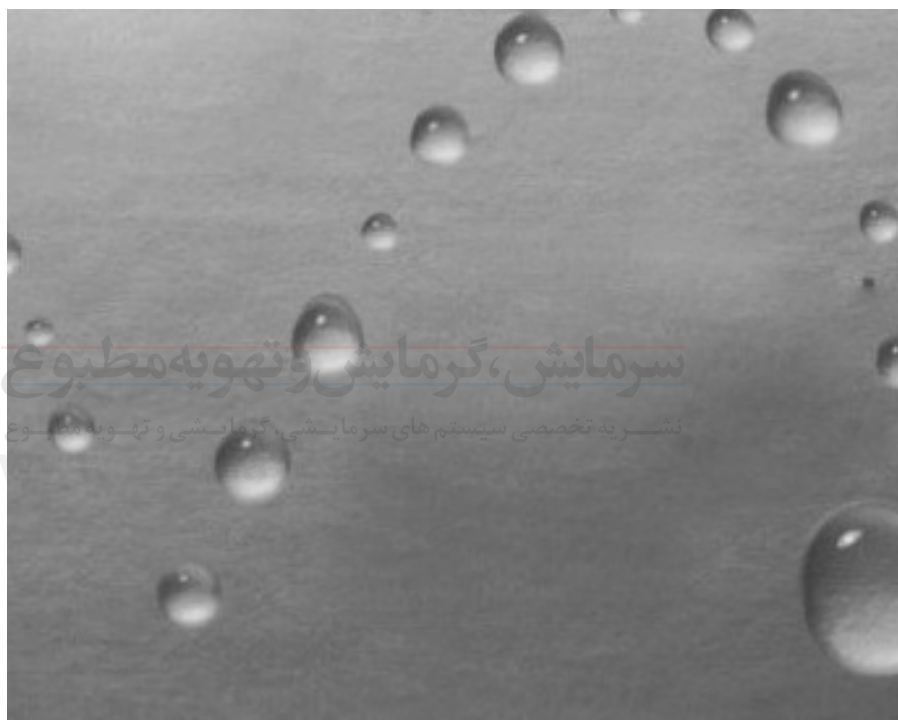
هنگام تجزیه مواد آلی نظیر روغن، مواد عایق، لاکالک، لایه‌ها (درزگیرها)، آلاینده‌های آلی در سامانه تبریدی با روان‌ساز روغن معدنی ظاهر می‌شوند. بر خلاف آلاینده‌های غیرآلی، این مواد اکثراً شامل کربن، هیدروژن، و اکسیژن هستند. ممکن است که بخشی از مواد آلی در مخلوط مبرد/روان‌ساز حل شوند و یا ممکن است به‌صورت جزئی و در صورت گرمایش، به حالت محلول درآیند. سپس این مواد

می‌توانند با گردش در یک سامانه تبرید موجب انسداد روزنه‌های کوچک گردند. همچنین آلاینده‌های آلی در سامانه تبریدی که از روان‌سازهای پلی‌استر سنتزی استفاده می‌کند، می‌توانند منجر به تولید لجن شوند. دفع آلاینده‌های ذیل الزامی می‌باشند:

- پارافین (عموماً در روان‌سازهای روغن معدنی یافت می‌شود)
- سیلیکون (در برخی از روان‌سازهای دستگاه‌های صنعتی یافت می‌شود)

معقولی از مواد باقیمانده بیشینه باشد. برخی از تولیدکنندگان مقادیر مجازی را بر حسب مساحت سطح داخلی تجهیز ارائه می‌کنند. استاندارد ASTM B280 مقدار بیشینه ۳۷ mg آلاینده بر متر مربع از سطح داخلی تجهیز را مجاز تشخیص داده است.

۲) با ضرب سطح آلاینده‌های کارخانه‌ای در ضریبی از ۵، امکان و مجوز لازم برای افزایش آلاینده‌های جامد در طول نصب تجهیز داده می‌شود. این ضریب به غیر از ملاحظات دیگر، به نوع سامانه و تجربه پیشین نصاب‌ها نیز وابسته است.



۳) افت فشار بیشینه وارده به وسیله فیلتر مایع یا مکش را در هنگام بارگذاری با مقدار مواد جامد محاسبه شده در بالا (مرحله دوم بالا) تعیین کنید.

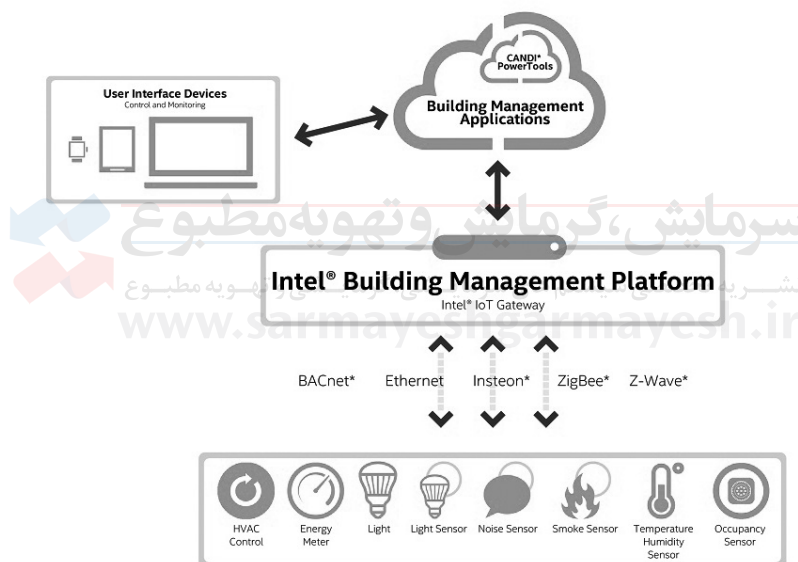
۴) تست‌های افت فشار را با توجه به استاندارد ۶۳/۲ ASHRAE اجرا کنید.

۵) با توجه به الزامات ظرفیت هر سامانه و داده‌های حاصله از انجام تست‌ها، خشک‌کن‌هایی را برای هر سامانه انتخاب کنید. به غیر از ظرفیت حذف آلاینده‌ها، تست‌های

می شود)

• فتالیت (در برخی از روان سازه های دستگاه های صنعتی یافت می شود)

در صورتی که هر کدام از روان سازه های سنتزی و یا روغن معدنی مورد استفاده قرار گیرند، در طول ساخت و مونتاژ سامانه، برخی از آلاینده های آلی در سامانه های تبرید جدید باقی می ماندند. برای مثال خمیر بیش از حد فرایند لحیم کاری می تواند آلاینده های مومی شکلی را به داخل سامانه تبرید وارد کند. برخی از روان سازه های به کار رفته در برشکاری، مواد بازدارنده خوردگی و یا مواد مرکب ترسیمی، همگی می توانند شامل مواد مرکبی با مبنای پارافین باشند. این روان سازه ها می توانند لایه ای از پارافین را بر روی جزئی از سامانه بر جای گذارند که ممکن است به وسیله ترکیبی از مبرد/ روان ساز حذف گردد، و مواد نامحلولی را در جریان مبرد تولید کنند. همچنین آلودگی ناشی از ترکیبات آلی می تواند نتیجه ای از شیوه معمول ساخت خم های ۱۸۰ (قطعه ای از اتصالات لوله کشی، به صورت خمی با زاویه ۱۸۰ درجه که امکان



اتصال دو لوله موازی را فراهم می کند) درجه باشد. قالب به کار رفته در طول شکل دهی خم های مذکور به وسیله این مواد آلی روانکاری می گردد و بعد از آن خم ۱۸۰ درجه برای ساخت تبخیر کننده و یا کندانسور به لوله ها لحیم می شود. در طول فرایند لحیم کاری، امکان پخته شدن روان ساز باقیمانده در داخل لوله ها و خم ها و تشکیل ته نشین های رزینی وجود دارد.

در صورت استفاده نامناسب از مواد آلی، برخی از آلاینده ها باقی می ماندند. امکان خشک شدن کامل رزین های به کار رفته در لاک الکل (روغن جلا)، روکش سیم و یا بتونه درزبندی وجود ندارد و این مواد عموماً در مخلوط مبرد/ روان ساز حل می شوند. امکان دارد که حلال های به کار رفته در استاتورهای شستشو توسط روکش سیم جذب شوند و بعداً در طول کارکرد کمپرسور مواد استخراجی

بابک مس ایرانیان

تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته ترین و مدرن ترین خط تولید



IRANIAN BABAK COPPER CO.

www.ibcco.midhco.com

هیدروکربن‌های آلیفاتیک مومی شکل تا مواد رزینی شکل حاوی پیوندهای دوگانه، گروه‌های کربونیل و گروه‌های کربوکسیل تغییر می‌کنند. در برخی از موارد، ترکیبات آلی مس و یا آهن نیز مشاهده شده‌اند.

این آلاینده‌ها می‌توانند به وسیله انتخاب دقیق مواد و کنترل شدید نظافت و تمیزکاری در طول ساخت و مونتاژ اجزاء سامانه و همچنین سامانه نهایی، از سامانه دفع گردند. به دلیل قابلیت گرما در تجزیه اکثر مواد آلی و افزایش تسهیل واکنش‌های شیمیایی باید برای ممانعت از تشکیل محصولات ناشی از تجزیه و تخریب شیمیایی، از شرایط کاری با تخلیه به شدت بالا و یا دماهای سطح یاتاقان بسیار زیاد اجتناب کرد.

عوامل تمیزکاری باقیمانده‌ها (ته‌نشست‌ها)

سامانه‌های روغن معدنی: حلال‌های به کاررفته برای تمیزکاری قطعات کمپرسور در صورتی که در داخل تجهیزات تبرید باقی بمانند، محتملاً موجب آلودگی سامانه می‌شوند. این حلال‌ها به عنوان مایعات خالص بدون افزودنی شناخته می‌شوند. افزودنی‌های موجود در داخل حلال‌ها (در صورت وجود)، موادی واکنش‌پذیر هستند که نباید در یک سامانه تبرید وجود داشته باشند. برخی از حلال‌ها تاثیر اندکی بر پایداری شیمیایی سامانه‌های تبرید بر جای می‌گذارند، در حالی که برخی دیگر از حلال‌ها موجب آغاز و تسریع واکنش‌های تجزیه‌ای (تخریبی) می‌شوند. برای مثال، تینترهای متداول رنگ، به عنوان حلال‌هایی بی‌ضرر شناخته می‌شوند. همچنین ترکیب‌های متداول دیگری نیز وجود دارند که به سرعت با روان‌سازهای هیدروکربنی واکنش نشان می‌دهند (السی و همکاران، ۱۹۵۲).

سامانه‌های روانکاری شده با پلی‌ال استر: حلال‌های متداول به کاررفته در تمیزکاری سامانه‌های روغن معدنی با روان‌سازهای پلی‌ال استر، قابل مقایسه نمی‌باشند. چندین ماده شیمیایی وجود دارند که برای کاهش و یا حذف آلاینده‌های احتمالی و تولید لجن باید از آن‌ها اجتناب شود. به غیر از آلاینده‌هایی نظیر پارافین، سیلیکون و فتالیت، مقدار

آلی واکنش‌پذیر شیمیایی را منتقل سازند. قطعات کوچک لاک‌الکل، مواد عایق و یا فیبرها می‌توانند جدا شوند و در سامانه به چرخش درآیند. قسمت‌هایی از لایه‌ها (درزبندها) و یا بخش‌های لاستیکی کاملاً خشک نشده و یا درست انتخاب نشده می‌توانند در داخل مبرد حل شوند.

روغن‌های معدنی به کاررفته در سامانه‌های تبرید تحت شرایط نامناسب تجزیه می‌گردند و یک مایع و یا جامد رزینی را تشکیل می‌دهند که به‌طور مکرر بر روی خشک‌کن-فیلترهای مبرد قابل مشاهده می‌باشد. این روغن‌های معدنی به‌طور قابل ملاحظه‌ای در تماس با دماهایی به پایینی ۱۲۰ درجه سلسیوس و در محیطی از هوا و یا نیتروژن و در مدتی به کوتاهی ۲ ساعت تجزیه می‌شوند. تولیدکنندگان کمپرسورها باید تمامی اعمال آبگیری دمابالا بر روی دستگاه‌ها را قبل از افزودن مواد روان‌ساز انجام دهند. به‌علاوه تولیدکنندگان تجهیزات نباید کمپرسورها را در معرض فرایندهایی قرار دهند که نیازمند دماهای بالایی باشند، مگر اینکه کمپرسورها محتوی مبرد و یا گاز خنثی باشند.

اثر آلاینده‌های آلی به‌طور مکرر در ابزارهای انبساطی مشاهده می‌گردد. مواد محلول در مخلوط مبرد و روان‌ساز، تحت شرایط خط مایع، می‌توانند در دماهای پایین و در ابزار انبساطی سامانه تبرید ته‌نشین گردند و سبب گرفتگی جزئی و یا انسداد لوله‌های موئین و یا چسبندگی شیرهای انبساطی شوند. تنها چند میلی‌گرم از این آلاینده‌ها می‌تواند موجب عدم کارکرد سامانه شوند. این مواد دارای خواص فیزیکی خاصی هستند که از محدوده پودرهای نرم تا رزین‌های جامد حامل واریزه‌های غیر آلی گسترش می‌یابد. اگر آلاینده‌های مذکور در مخلوط مبرد و روان‌ساز خط مایع محلول گردند، امکان دفع این آلاینده‌ها توسط خشک‌کن-فیلترها وجود نخواهد داشت. تعیین ویژگی‌های شیمیایی این آلاینده‌های آلی بسیار دشوار می‌باشد. طیف‌نمایی مادون قرمز تبدیل فوریه (FTIR)، کروماتوگرافی (رنگ‌نگاری) گاز با طیف‌نمایی جرمی (GCMS)، رنگ‌نگاری مایع با طیف‌نمایی جرمی (LCMS) و طیف‌نمایی‌های جرمی دیگر به همراه تجهیزات تحلیلی می‌توانند نوع گروه‌های آلی و ترکیبات موجود در آلاینده‌ها را مشخص سازند. مواد یافت شده در سامانه‌های واقعی از

و هیدروژن هنگامی مشاهده می‌گردد که کمپرسور تحت سایش جدی یا تاقان قرار می‌گیرد. همچنین این گازها در جایی یافت می‌شوند که واکنش مبرد و روان‌ساز عمده‌ای رخ داده باشد. تنها مقادیر کمی از این گازها در تجهیزاتی با طراحی مناسب و با عملکرد کاری صحیح یافت می‌شوند. دودر و اسپاچس (۱۹۶۶)، گوستاوسون (۱۹۷۷) و اسپاچس و السن (۱۹۵۹) تکنیک‌های نمونه‌گیری و تحلیلی را برای تعیین مقادیر گازهای آلاینده موجود در سامانه‌های تبریدی ارائه کرده‌اند. کوالنس (۱۹۶۵)، پارملی (۱۹۶۵) و اسپاچس و دودر (۱۹۶۴، ۱۹۶۱) برای کسب اطلاعات لازم در مورد محدودیت‌های پایداری (ثبات) مبردها، در ارتباط با دیگر مواد به‌کاررفته در سامانه‌های درزبند (کاملاً بسته)، تکنیک‌های تحلیلی گازی را برای تست‌های لوله درزبند به کار بردند.

خرابی گرمایی (داغ‌شدگی) موتور

داغ‌شدگی موتور در واقع برآیند نهایی خرابی عایق موتورهای درزبند (کاملاً بسته) می‌باشد. در طول داغ‌شدگی، دماهای بالا و تخلیه قوس الکتریکی می‌تواند به شدت موجب خرابی عایق گردد و مقادیر زیادی از لجن‌های کربن‌دار، اسید، آب و آلاینده‌های دیگر را تولید کند. به‌علاوه، خرابی گرمایی می‌تواند به‌طور شیمیایی منجر به تغییر روان‌ساز کمپرسور گردد و یا به‌طور حرارتی مبرد موجود در مجاورت سطوح داغ را تجزیه کند. محصولات ناشی از پدیده داغ‌شدگی به داخل سامانه وارد شده و سبب مشکلات شدیدی در زمینه تمیزکاری سامانه می‌گردند. اگر محصولات ناشی از تجزیه از سامانه دفع نشوند، موتورهای جایگزین با افزایش فرکانس، خراب می‌گردند.

با وجود اینکه انجمن مهندسان خدمات تبرید (RSES) داغ‌شدگی شدید و ملایم را دو پدیده کاملاً متمایز می‌داند، بسیاری از ابلاغیه‌های خدماتی تولیدکنندگان کمپرسورها نگاه یکسانی در مورد تمامی خرابی‌های گرمایی دارند و آن‌ها را یکسان در نظر می‌گیرند. داغ‌شدگی سریع ناشی از خرابی نقطه‌ای در سیم‌پیچ موتور موجب داغ‌شدگی ملایم، با رنگ‌زدایی کمی در روان‌ساز می‌شود و هیچ تنش‌ت کربنی ایجاد نمی‌شود و اما داغ‌شدگی شدید در زمانی رخ می‌دهد که کمپرسور به‌صورت متصل به سیکل تبرید باقی می‌ماند

کوچکی از آلاینده‌های ذیل نیز می‌توانند سبب خرابی و از کارافتادگی سامانه شوند:

- کلرایدها (نوعاً در حلال‌های کلردار مشاهده می‌شود)
- مواد اسیدی قلیایی (در برخی از سیال‌های تمیزکاری دارای مبنای آبی مشاهده می‌شود)
- آب (جزئی از سیال‌های تمیزکاری دارای مبنای آبی)

گازهای چگالش‌ناپذیر

گازها، به‌علاوه مبرد، آلاینده‌های دیگری هستند که در سامانه‌های تبرید یافت می‌گردند. گازها از منابع ذیل سرچشمه می‌گیرند:

(۱) از تخلیه ناقص

(۲) هنگامی که مواد کارکردی سامانه، گازهای جذب‌شده خود را آزاد می‌کنند و یا در هنگام تجزیه این مواد در یک دمای بالا و در طول کارکرد سامانه، گازهای مذکور تولید می‌گردند.

(۳) از طریق درزهای واقع در سمت تحتانی سامانه.

(۴) از واکنش‌های شیمیایی در طول کارکرد سامانه. گازهایی با واکنش‌پذیری شیمیایی، نظیر کلراید هیدروژن، به اجزاء سامانه حمله کرده و در موارد بحرانی موجب خرابی واحد تبرید می‌شوند.

گازهای خنثای شیمیایی که در کمپرسور به حالت مایع تبدیل نمی‌شوند موجب کاهش بازده سرمایشی می‌گردند. مقدار گازهای چگالش‌ناپذیر خنثایی که برای سامانه تبرید مضر می‌باشند، به طراحی و اندازه واحد تبرید و به ویژگی‌های مبرد وابسته می‌باشند. حضور چنین گازهایی، هدهای فشاری بالاتر از معمول و دماهای تخلیه بالاتر ناشی از آن را به وجود می‌آورند که منجر به تسریع واکنش‌های شیمیایی نامطلوب می‌گردد.

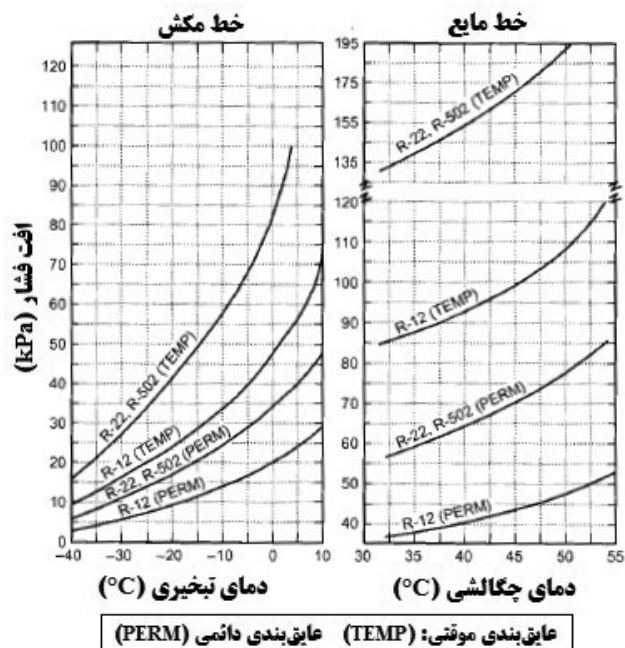
گازهایی که در واحدهای تبرید کاملاً بسته (درزبند) یافت می‌شوند شامل نیتروژن، اکسیژن، دی‌اکسیدکربن، مونوکسیدکربن، متان، و هیدروژن می‌باشند. ۳ گاز اول از تخلیه هوای ناقص و یا درزهای سمت تحتانی واحد تبرید ناشی می‌گردند. دی‌اکسیدکربن و مونوکسیدکربن معمولاً در هنگامی تشکیل می‌شوند که عایق آلی بیش از حد گرم می‌گردد

مونتاژ صحیح سامانه در محل نصب و نگهداری مناسب از آن دو امر اساسی در کنترل آلاینده‌های سامانه‌های تبرید و همچنین ممانعت از انتشار نامطلوب مبرد به داخل محیط اطراف به شمار می‌روند. ممکن است که خشک‌کن‌ها بسیار کوچک باشند و یا بدون دقت مناسب مورد بهره‌برداری قرار گیرند که در این دو صورت ظرفیت رطوبت‌زدایی آن‌ها کاهش می‌یابد و یا از بین می‌رود. لحیم‌کاری و اتصال نامناسب اتصالات لوله‌ها به عنوان منبع اصلی آلاینده‌هایی نظیر آب، گدازه‌ها و ته‌نشست‌های اکسیدی به شمار می‌روند. رسوبات اکسید مس ناشی از لحیم‌کاری، یکی از آلاینده‌هایی است که به‌طور مکرر مورد مشاهده قرار می‌گیرد. برش نامناسب و بی‌دقت لوله‌ها و همچنین حمل و انتقال نامناسب آن‌ها می‌تواند موجب تولید مقادیر زیادی از خاکه و براده‌های فلزی گردد. برای کمینه‌سازی این منابع آلاینده‌های داخلی مراقبت‌های لازم را مبذول دارید. برای مثال در زمان لحیم‌کاری، گازی خشک و خنثی نظیر نیتروژن را به داخل لوله تزریق کنید. برای کسب چنین مقصودی از گازهای مبرد استفاده نکنید. به‌علاوه، به دلیل آنکه امکان آگیری کامل یک سامانه مونتاژ شده بسیار مشکل می‌باشد، از خشک‌کن‌هایی با اندازه بزرگ‌تر استفاده کنید. حتی در صورتی که اجزاء سامانه تبرید به‌صورت کاملاً خشک و محفوظ شده‌ای به مکان مونتاژ منتقل گردند، آب و هوا و زمانی که واحد تبرید در طول فرایند مونتاژ سپری می‌کند می‌تواند مقادیر زیادی از رطوبت را به داخل سامانه وارد سازد.

به غیر از منابع داخلی، عوامل خارجی نیز می‌توانند موجب خرابی یک واحد تبرید شوند. استفاده از لوله‌های انتقال مبرد بسیار کوچک و یا بسیار بزرگ، کاربرد نامناسب و عدم تطابق اجزاء سامانه، رسوب‌گیری چگالنده‌های هوایی، مبدل‌های حرارتی رسوب‌گرفته، تنظیمات کنترلی غیر دقیق، کنترل‌های خراب و تخلیه نامناسب، جزء برخی از این عوامل می‌باشند.

طریقه تمیزکاری سامانه بعد از داغ‌شدگی موتور درزبند

این روش به کمپرسورهای درزبند جابجایی- مثبت محدود



شکل ۸: افت فشار صافی - خشک‌کن پیشنهادی توصیه شده

کارکرد مداوم کمپرسور) و در زمان طولانی‌تری داغ می‌گردد و منجر به رنگ‌زدایی شدید روان‌ساز، تولید ته‌نشست‌های کربنی، و تشکیل اسید می‌گردد. به دلیل قابلیت مشخصات روان‌ساز در تشخیص مقدار آلاینده‌ها، روان‌ساز باید در طول فرایند تمیزکاری مورد آزمایش قرار گیرد. و جتکوفسکی (۱۹۶۴) اظهار داشت که اسیدهای موجود در سامانه‌های R-22 روغن معدنی نباید از ۰/۰۵ عدد اسیدی کلی فراتر روند (میلی‌گرم KOH بر گرم روغن). کیت‌های تست اسیدیته تجاری را می‌توان برای این تحلیل مورد استفاده قرار داد. عدد اسیدی قابل قبولی برای روان‌سازهای دیگر تعیین نشده است.

شیوه‌های مختلفی برای تمیزکاری سامانه‌های تبرید، بعد از داغ‌شدگی موتورهای درزبند (کاملاً محفوظ) پیشنهاد شده است (RSES، ۱۹۸۸). با این وجود شیوه متداول به‌کاررفته در این مورد، شیوه خشک‌کن-فیلتر خط مکش می‌باشد (بخش طریقه تمیزکاری سامانه بعد از داغ‌شدگی موتورهای درزبند را مشاهده فرمایید).

مونتاژ سامانه در محل نصب

اجتناب‌ناپذیر باشد، برای جلوگیری از سوختگی اسیدی احتمالی، از دستکش‌های لاستیکی استفاده کنید.

C. تمیزکاری بعد از داغ‌شدگی: دقیقاً همان‌طور که نصب و شیوه‌های سرویس صحیح از عوامل اساسی در ممانعت از خرابی کمپرسور و سامانه تبرید می‌باشند، تمیزکاری صحیح سامانه و شیوه‌های مناسب نصب کمپرسورهای تعویضی، جزئی اساسی در ممانعت از خرابی‌های پی‌درپی هستند. عناصر کلیدی شیوه‌های توصیه‌شده به‌صورت ذیل می‌باشند:

(۱) الزامات قوانین فدرال ایالات متحده ملزم می‌دارند که مبرد سامانه‌های تبرید باید در داخل سامانه مجزا شود و یا در داخل دریافت‌کننده ذخیره بیرونی جمع‌آوری گردد، به‌طوری‌که از تخلیه آن به داخل محیط اطراف جلوگیری شود. قبل از باز کردن هر بخشی از سامانه برای انجام تعمیرات و یا بازرسی‌های موردنظر، باید مبرد آن بخش از سامانه به داخل مخزنی تخلیه گردد و این عمل باید تا هنگامی‌که فشار بخار مبرد به کمتر از $103/4 \text{ kPa}$ (فشار مطلق) برای مبرد R-22 و یا $67/3 \text{ kPa}$ (فشار مطلق) برای CFC و یا سامانه‌های HCFC دیگر با کمتر از $90/7 \text{ kg}$ شارژ مبرد و یا $67/3 \text{ kPa}$ (فشار مطلق) برای مبرد R-22 یا $50/1 \text{ kPa}$ (فشار مطلق) برای سامانه‌هایی با شارژ مبرد بیش از 90 kg برسد، ادامه یابد.

(۲) کمپرسور داغ‌شده را با یک کمپرسور جدید تعویض کنید. نمونه‌ای از روان‌ساز کمپرسور جدید (که در معرض مبرد قرار نگرفته است) را نگهداری کرده و در داخل بطری شیشه‌ای محفوظی ذخیره کنید. از این نمونه می‌توان در آینده برای مقایسه روان‌سازها استفاده کرد.

(۳) برای محافظت از کمپرسور تعویضی در مقابل آلاینده‌های موجود در سامانه، خشک‌کنی با ظرفیتی بیش از ظرفیت معمول را در خط مکش سامانه نصب کنید. یک شیر فشاری را در بالادست خشک‌کن-فیلتر نصب کنید تا بدین‌طریق افت فشار از شیر مذکور تا شیر سرویس را در طول ساعت‌های اولیه کارکرد سامانه اندازه‌گیری کرده و از این طریق نیاز و یا عدم نیاز به تعویض خشک‌کن خط مکش را تعیین کنید. (۴) خشک‌کن خط مایع قدیمی را از سامانه خارج کرده (در صورت وجود یک خشک‌کن) و خشک‌کن دیگری را با ظرفیتی

می‌گردد. سامانه‌های کمپرسوری سانتریفیوژ جزء سامانه‌های به شدت تخصصی می‌باشند و به‌طور مکرر برای یک کاربرد خاص طراحی می‌گردند. یک سامانه سانتریفیوژ باید با توجه به توصیه‌های تولیدکننده آن سامانه تمیزکاری گردد. وابسته به عواملی نظیر شدت داغ‌شدگی و اندازه سامانه تبرید می‌توان از تمامی و یا بخشی از این روش استفاده کرد.

بعد از داغ‌شدگی موتور درزبند، سامانه مورد نظر باید برای حذف تمامی آلاینده‌ها به‌طور کامل مورد تمیزکاری قرار گیرد. در غیر این صورت، احتمالاً فرایند داغ‌شدگی پی‌درپی و مکرر موتور به وقوع خواهد پیوست. عدم پیگیری فوری و تا حد امکان سریع چنین توصیه‌های کمینه تمیزکاری موجب افزایش پتانسیل داغ‌شدگی مکرر موتور می‌گردد.

طریقه تمیزکاری

A. از وقوع داغ‌شدگی موتور اطمینان یابید: عدم آغاز

به کار (استارت) یک موتور به منزله خرابی موتور می‌باشد و چنین مشکلی می‌تواند به دلیل ولتاژ نامناسب، عدم کارکرد صحیح استارت‌ر و یا ایراد مکانیکی کمپرسور باشد (RSES، ۱۹۸۸). واریسی موتور باید شامل مراحل ذیل باشد:

(۱) بررسی صحت ولتاژ

(۲) بررسی خنک بودن کمپرسور از طریق لمس آن. اضافه باز داخلی سیم‌پیچ باز می‌تواند مانعی برای راه‌اندازی (استارت) کمپرسور باشد.

(۳) موتور کمپرسور را برای بررسی مناسب و یا نامناسب بودن سیم‌پیچ زمین، به‌وسیله مگوه‌سنج و یا یک اهم‌سنج دقیق مورد واریسی قرار دهید.

(۴) رساناهای (رشته‌سیم‌های) خارجی و اجزاء استاتور را بررسی کنید.

(۵) نمونه کوچکی از روغن کمپرسور را تهیه کنید و بی‌رنگ‌شدگی و یا عدم آن را مورد بررسی قرار دهید و همچنین میزان اسیدیته روغن را تعیین کنید.

B. ایمنی: به‌علاوه خطرات الکتریکی، پرسنل خدماتی باید از خطرات سوختگی‌های اسیدی آگاه باشند. در صورتی‌که لمس روان‌ساز و یا لجن موجود در یک کمپرسور داغ‌شده

را عوض کنید. این مشکل به ویژه در سامانه‌های تبرید تجاری بسیار قابل توجه می‌باشد.

۴) ممکن است در طول فرایند داغ‌شدگی موتور، گازهای چگالش‌ناپذیری تولید گردند. با خاموش کردن سامانه، بعد از پایاسازی سامانه در دمای محیط، فشار هد را با فشار اشباع مقایسه نمایید. برای اطمینان از تثبیت و پایاسازی سامانه، زمان کافی و مناسبی را لحاظ کنید. در صورت نیاز، به‌وسیله بازبایی مبرد، مبرد مذکور را تمیز کرده و یا از مبرد تمیز شده‌ای برای جبران مبرد تخلیه شده استفاده نمایید.

شیوه‌ها و مشخصات ویژه سامانه

به دلیل مشخصات منحصربه‌فرد سامانه، ممکن است که شیوه‌های تشریح شده در اینجا نیازمند اصلاح و تغییراتی باشند.

A اگر امکان اخذ نمونه روان‌ساز از کمپرسور جدید میسر نگردد، به دنبال روش دیگری برای نمونه‌گیری از سامانه باشید.

۱) یک سهراهی و یک سیفون (تله) را در خط مکش نصب نمایید. یک شیر دسترسی در کف سیفون مذکور می‌تواند برای تخلیه آسان روان‌ساز به کار رود. برای تحلیل اسیدیته، تنها ۱۵ mL از روان‌ساز کفایت می‌کند. اطمینان حاصل کنید که نمونه روان‌ساز اخذ شده بیانگر و نماینده‌ای از روان‌سازی باشد که در سامانه در حال گردش است. قبل از جمع‌آوری نمونه روان‌ساز و تجزیه و تحلیل آن، ممکن است تخلیه سیفون و دور ریختن اولین مقادیر روان‌ساز جمع‌شده لازم باشد.

۲) سیفونی را با استفاده از لوله‌های مسی ۳۵ میلیمتری و شیرها درست کنید. سیفون مذکور را با یک شیر تغذیه به اتصالات دهانه گیج مکش و تخلیه متصل کنید. به‌وسیله دمیدن گاز تخلیه از میان سیفون و به داخل شیر مکش، مقدار کافی از روان‌ساز در درون سیفون جمع می‌شود که برای تجزیه و تحلیل کافی می‌باشد. از این سیفون می‌توان به‌طور مکرر به‌عنوان ابزار مناسبی در هر سامانه دارای شیرهای سرویس تخلیه و مکش استفاده کرد. برای جلوگیری از ورود آلاینده‌ها به داخل سیفون، بعد از هر بار استفاده از آن، از تمیز بودن آن اطمینان حاصل کنید.

B. در کمپرسورهای نیمه‌درزبند (نیمه‌بسته)، برای تعیین

بزرگ‌تر (در واقع خشک‌کن بعدی از لحاظ ظرفیت نسبت به خشک‌کن اولیه) جایگزین کنید. در صورتی که سامانه فاقد هیچ شناساگر رطوبتی نباشد، یک شناساگر رطوبت را در خط مایع نصب کنید.

۵) با توجه به توصیه‌های سازنده، سامانه و یا بخشی از آن را که در معرض اتمسفر اطراف قرار گرفته است مورد ارزیابی قرار داده و هر گونه نشستی احتمالی را بررسی کنید.

۶) با شارژ مجدد مبرد، سامانه را با توجه به دستورالعمل‌های راه‌اندازی ارائه شده توسط تولیدکننده، به صورت ذیل راه‌اندازی کنید:

A. افت فشار در طول خشک‌کن خط مکش را برای ۴ ساعت اول کاری مورد بررسی قرار دهید. از دفترچه راهنمای تولیدکننده پیروی کنید و در غیر این صورت، با مقایسه افت فشارها با منحنی افت فشار شکل ۸، در صورت نیاز خشک‌کن‌ها را تعویض نمایید.

B. بعد از ۲۴ تا ۴۸ ساعت، افت فشار را بررسی کرده و در صورت نیاز، خشک‌کن‌ها را تعویض نمایید. نمونه‌ای از روان‌ساز را خارج کرده و آن را به‌وسیله کیت تست اسیدیته مورد واریسی قرار دهید. نمونه روان‌ساز را با نمونه اولیه نگهداری شده در زمان نصب کمپرسور تعویضی مقایسه نمایید. با مراعات احتیاط لازم نمونه روان‌ساز را بو کنید. در صورت مشاهده ایرادی در مورد میزان اسیدیته، رنگ و یا بوی روان‌ساز، روان‌ساز مذکور را تعویض نمایید.

C. بعد از ۷ تا ۱۰ روز و یا در صورت لزوم، مرحله b را تکرار نماید.

D. پیشنهادهای دیگر

۱) در صورت تجمع لجن یا کربن در داخل خط مکش، خط مکش را تمیز کرده و یا آن بخش از خط مکش را تعویض نمایید.

۲) در صورت نیاز به تغییر خشک‌کن خط مکش، روان‌ساز کمپرسور را در هر زمان که هسته‌های خشک‌کن تغییر می‌کنند عوض کنید (در صورتی که الزامات طراحی کمپرسور چنین تغییری را میسر سازند).

۳) بعد از گذشت چند هفته از کارکرد سامانه برای جلوگیری از افت فشار بیش از حد در خط مکش، خشک‌کن خط مکش

ها و مبردهای طبیعی در حال تعویض می‌باشند. کلمه «مبرد» در این بخش در واقع به معنای یک سیال کاری فلوروکربن می‌باشد که به عنوان جایگزین عملی مبردهای CFC، HCFC و یا HFC پیشنهاد شده است و می‌تواند شامل یک ماده شیمیایی، مخلوطی با نقطه جوش ثابت (آزنوتروپ) از دو ماده شیمیایی، و یا مخلوطی از دو یا چند ماده شیمیایی باشد. عبارات «بروزرسانی» و «تبدیل»، کلماتی هستند که می‌توانند به جای یکدیگر به کار روند و به معنی تغییر و به‌سازی سامانه تهویه مطبوع و تبریدی است که در ابتدا برای کارکرد با یک مبرد معین طراحی شده است و با اصلاح صورت گرفته، می‌تواند با استفاده از یک مبرد جایگزین با بازده و ایمنی مناسبی کار کند. این بخش تنها به موارد مربوط به کنترل آلاینده‌های ناشی از چنین تبدیلی می‌پردازد. برای کسب اطلاعات لازم در مورد ویژگی‌های بروزرسانی‌های واقعی، با تولیدکنندگان تجهیزات مشورت کنید. استانداردهای صنعتی و دفترچه‌های راهنمای منتشرشده توسط تولیدکنندگان که حاوی اطلاعات کمکی مناسبی می‌باشند، قابل دسترسی هستند (برای مثال، استانداردهای ۲۱۷۰، ۲۱۷۱، و ۲۱۷۲ UL).

نگرانی‌ها و دغدغه‌های مربوط به کنترل آلاینده‌ها در هنگام بروزرسانی یک سامانه به سامانه‌ای با مبرد جایگزین در داخل دسته‌بندی‌های ذیل قرار می‌گیرند:

• **آلودگی انتقالی مبردهای قدیم و جدید:** حتی با وجود عدم مشکلات مربوط به تطابق و هم‌سازی شیمیایی میان مبردهای اولیه و مبردهای جایگزین آن‌ها، از چنین اتفاقی باید جلوگیری گردد. یکی از مشکلات ناشی از مخلوط شدن مبردها ناشی از آن است که بعد از فرایند بروزرسانی امکان تعیین کارایی سامانه بسیار مشکل می‌گردد. ارتباط بین فشار/دما برای مخلوطی از دو مبرد در مقایسه با یک مبرد منفرد کاملاً متفاوت می‌باشد. نگرانی دیگری در این مورد ناشی از حذف و تخلیه آتی مبرد جدید و عدم امکان احیاء و بازگردانی مخلوط مبرد می‌باشد (دو پونت، ۱۹۹۲). توقف تدریجی استفاده از مبردهای HCFC با افزایش قابل توجهی در آلودگی انتقالی مبردها، به ویژه مبرد R-22 همراه شده است.

• **آلودگی انتقالی روان‌سازهای قدیم و جدید:** تولیدکنندگان مبرد ادعا می‌کنند که برخی از مبردهای جایگزین، دقیقاً مشابه با مبرد اولیه، قابلیت یکسانی را در

شدت داغ‌شدگی موتور، درپوش سیلندر را بردارید. برای حذف آلاینده‌ها، با پیاده کردن قطعات کمپرسور، به‌وسیله حلال تمیزکاری و زدودن آلاینده‌ها به‌وسیله پارچه، تمامی قطعات کمپرسور را تمیز کنید. با توجه به توصیه‌های تولیدکنندگان کمپرسور، اطلاعات لازم را در مورد تعمیر مجدد کمپرسور و تعویض موتور به دست آورید.

C. در موارد بسیار نادر در یک سامانه جفت‌شدگی - نزدیک (اتصال قطعات به صورت بسیار نزدیک به یکدیگر)، که نصب یک خشک‌کن خط مکش امکان‌پذیر نمی‌باشد، سامانه مذکور را می‌توان به‌وسیله تعویض‌های مکرر هسته‌های خشک‌کن خط مایع و تعویض پی‌درپی روان‌ساز سامانه تمیزکاری نمود.

D. در پمپ‌های حرارتی، بعد از داغ‌شدگی موتور، شیر چهارطرفه و کمپرسور باید به دقت مورد بازرسی قرار گیرند. برای تمیزکاری پمپ حرارتی بعد از فرایند داغ‌شدگی موتور لازم است که تمامی خشک‌کن‌های اولیه نصب شده در خط مایع را از سامانه خارج کنیم. برای فرایند تمیزکاری ممکن است که این خشک‌کن‌ها را تعویض کنیم و یا یک خشک‌کن دو جریان را در خط برگشت مایع نصب کنیم.

E. سامانه‌هایی با یک شارژ بحرانی نیازمند تلاش و کوشش خاصی برای راه‌اندازی سامانه بعد از تمیزکاری می‌باشند. در صورت نصب یک خشک‌کن خط مایع بزرگ اندازه (دارای اندازه‌ای بیش از اندازه مورد نیاز)، شارژ بیشتری باید به سامانه اضافه گردد.

F. از کمپرسور جدید نباید برای ایجاد خلاء استفاده کرد. در مورد فرایند تخلیه به توصیه‌های سازنده مراجعه فرمایید. بعد از تعیین عدم نشستی مبرد در یک سامانه، عموماً از روش ذیل استفاده می‌شود:

- برای چندین ساعت خلاء بالایی را با فشار مطلق کمتر از ۶۵ پاسکال ایجاد کنید.

- برای اطمینان از حفظ و پایداری خلاء ایجاد شده، سامانه مورد

کنترل آلاینده‌ها در هنگام بروزرسانی سامانه

به دلیل توقف تدریجی استفاده از مبردهای CFC، عموماً سامانه‌های تبرید و تهویه مطبوع را برای استفاده از مبردهای جایگزین بروزرسانی می‌کنند. همچنین HCFC‌های نسل دوم و HFC‌هایی با پتانسیل گرمایش جهانی (GWP) بالاتر با HFO

مواد جایگزینی است که در طول فرایند بروزرسانی در سامانه نصب خواهند گردید. میردهای فلوروکربنی عموماً دارای خواصی حلال مانند هستند و برخی از آن‌ها دارای ویژگی تهاجمی (دارای قابلیت واکنش) بالایی هستند. این مشخصات می‌توانند موجب تورم و اکستروژن (بیرون آمدگی) و اشک‌های پلیمری شوند، و در نتیجه قابلیت‌های درزبندی آن‌ها را تحلیل برند. همچنین مواد خاصی می‌توانند از پلیمرها، لاک‌الکل (روغن جلا)، و رزین‌های به‌کاررفته در سیم‌پیچ‌های موتورهای درزبند گرفته شوند. این مواد استخراجی می‌توانند سپس در ابزارهای انبساطی جمع شده و سبب بروز تداخل در کارکرد سامانه شوند. سیال‌های باقیمانده از فرایند تولید نظیر سیال‌های به‌کاررفته برای سیم‌کشی موتورهای کمپرسور می‌توانند از اجزاء سامانه خارج شده و با رسوب در مناطق معینی موجب اختلال در کار سامانه گردند. تولیدکنندگان تجهیزات، مواد مناسب ساختی را تعیین کرده‌اند که برای استفاده در سامانه‌های مبرد HFC مناسب می‌باشند.

همچنین واسط‌های خشک‌کن نیز باید سازگاری شیمیایی مناسبی با مبرد جدید داشته باشند و در حضور مبرد جدید، دارای قابلیت مناسبی در حذف رطوبت، اسید و مواد ذره‌ای باشند. واسط‌های خشک‌کن متداول به‌کاررفته با مبردهای CFC دارای تمایلی در جهت پذیرش مولکول‌های کوچک مبرد HFC و از دست دادن قابلیت حفظ رطوبت هستند (کوهن و بلکول، ۱۹۹۵)، ولی با این وجود، برخی از واسط‌های ارائه شده در بازار، این ویژگی و تمایل را کمینه کرده‌اند. مواردی نظیر قابلیت تطابق و سازگاری با نسل‌های بعدی سامانه‌های تبرید، پتانسیل گرمایش جهانی پایین (LGWP) و مبردهای طبیعی، نیازمند اعتبارسنجی و تایید می‌باشند.

ضد عفونی کردن و گندزدایی چیلر

گندزدایی چیلر عموماً برای تمیزکاری ماشین‌های پیستونی، اسکرو گردنده و سانتریفیوژ به کار برده می‌شود. حجم بزرگی از مبرد از میان یک چیلر آلوده به گردش در می‌آید، درحالی‌که به‌طور مستمر در حال بازیابی می‌باشد. از این شیوه بازیابی به‌طور موفقیت‌آمیزی برای اعاده بسیاری از چیلرها به شرایط و مشخصات کاری اولیه استفاده شده است. برخی از چیلرها

تولید سرمایش، بازده، دوره عمر و دیگر عوامل دخیل در کارایی ایجاد می‌کنند و نیاز خاصی به تغییر روان‌ساز ندارند. وابسته به نوع مبرد و نوع سامانه موردنظر، تولیدکنندگان تجهیزات عموماً استفاده از روان‌ساز جایگزین را توصیه می‌کنند.

در برخی از موارد، تطابقی بین روان‌ساز جدید با روان‌ساز قدیمی و یا با تنشست‌های کلردار موجود، وجود ندارد. در موارد دیگر، روان‌ساز قدیمی در مبرد جدید حل نمی‌شود و در داخل تبخیرکننده جمع می‌گردد که این مورد موجب اختلال در انتقال حرارت تبخیرکننده می‌گردد. برای مثال، هنگامی‌که در طول بروزرسانی به یک مبرد HFC، روغن معدنی با روان‌ساز پلی‌ال استر تعویض می‌گردد، توصیه متداول آن است که محتوای روغن قدیمی را به میزان ۵ درصد و یا کمتر از میزان شارژ اسمی روغن کاهش دهیم (کاسترول، ۱۹۹۲). برخی از توصیه‌های بروزرسانی، سطوح پایین‌تری از آلودگی مجاز را برای بروزرسانی روان‌ساز پلی‌ال استر / HFC معین کرده‌اند، به‌طوری‌که قبل از هر گونه اقدامی برای تبدیل و اصلاحات لازم (بروزرسانی)، توصیه‌های تولیدکنندگان تجهیزات اولیه باید اخذ گردند. در سامانه‌های سانتریفیوژ بزرگ‌تر، قبل از بروزرسانی سامانه، اجرای تمیزکاری سامانه برای کاهش غلظت روغن می‌تواند از لزوم تعویض‌های مکرر و هزینه‌بر روغن انجام‌گرفته بعد از فرایند بروزرسانی جلوگیری کند و همچنین می‌تواند لزوم گندزدایی (رفع آلاینده‌ها) آتی سامانه برای رفع تجمع لجن را به‌طور قابل توجهی کاهش دهد. حتی در صورت کاهش قابل توجهی در سطح روان‌ساز اولیه، اگر روان‌ساز جایگزین [برای مثال POE (قطبی)] دارای پلاریته (قطبیت) متفاوتی از روان‌ساز اولیه [برای مثال، روغن معدنی (غیر قطبی)] باشد، امکان تغییر قابلیت انحلال تنشست‌های متراکم موجود در سامانه وجود خواهد داشت. تغییر در قابلیت انحلال می‌تواند موجب آزاد شدن ذرات لجن و در نتیجه انسداد بخش‌های باریک سامانه نظیر جریان‌سنج‌های روزنه‌ای کنترلی و لوله‌های موئین گردد و ظرفیت و کیفیت عملکرد سامانه را کاهش دهد. همچنین مواد ذره‌ای بزرگ‌تر نیز می‌توانند موجب خرابی زودرس کمپرسور گردند.

• **سازگاری شیمیایی اجزاء قدیمی سامانه با سیال‌های جدید:** یکی از مراحل مقدماتی در فرایند بروزرسانی شامل تایید مقبولیت مواد موجود در سامانه و یا تهیه

تحت روش‌های استاندارد AHRI 700، به‌وسیله این تحلیل، مقادیر ویژه‌ای از هر آلاینده به جز کلرایدها و مواد ذره‌ای که بر مبنای شیوه عبور و عدم عبور آلاینده‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، اندازه‌گیری می‌شوند.

همچنین به‌طور مشابهی می‌توان از تجزیه و تحلیل روان‌ساز برای اندازه‌گیری چندین عنصر کم مقدار شامل افزودنی‌های به‌کاررفته در هر یک از روان‌سازهای معین استفاده کرد. همچنین با تحلیل استاندارد روان‌ساز می‌توان ویکوزیته، رطوبت و عدد اسیدی کلی را اندازه‌گیری نمود. برای روان‌سازهایی با واریزه‌های معلق، استفاده از تحلیل فروگرافی و یا اجرای تست پلاسمای القائی (ICP) برای تحلیل عنصری و یا شیوه شمارش ذره و توزیع اندازه را مورد نظر قرار دهید. همچنین می‌توان واریزه‌های موجود را به خارج از سامانه تصفیه کرد و آن‌ها را به‌طور بصری به‌وسیله بررسی میکروسکوپی مورد ارزیابی قرار داد و یا آن‌ها را به‌وسیله میکروسکوپ الکترونی پوششی با طیف‌نمایی پخش‌کننده الکترونی (SEM/EDS) و فلورسانس اشعه X (XRF) برای تعیین عناصر و انکسار اشعه X (XRD) برای تعیین اجزاء مرکب یا شیوه‌های دیگر مورد تحلیل قرار داد.

برای چیلرها، آگاهی از شیمی آب برای حفظ سامانه‌ای قابل‌اطمینان و پربازده امری کلیدی می‌باشد. (پالایش آب در فصل ۴۹ از راهنمای استاندارد ASHRAE- کاربردهای HVAC ارائه گردیده است). توجه نمایید که عموماً آلاینده‌ها به داخل سامانه نفوذ می‌کنند و یا به صورت بسیار کندی تولید می‌گردند. به عنوان نتیجه‌ای از این مطلب باید گفت که سامانه‌های مذکور می‌توانند بدون علائم و هشدار قابل تشخیصی تا نقطه خرابی کامل به تدریج خراب‌تر و ناکارآتر شوند. نمونه‌گیری و استفاده از نتایج حاصله دوره‌ای منظم می‌توانند موجب کارکرد قابل اطمینان‌تر و پربازده‌تر سامانه گردند که به‌طور قابل توجهی هر دو هزینه‌های عملیاتی و نگهداری را کاهش می‌دهد.

با استفاده از شیوه‌های گندزدایی، از کارافتادگی زودرس نجات یافته‌اند. گونه‌های بسیاری از این روش وجود دارند و برای داغ‌شدگی موتورها، پوسته‌های آب‌گرفته، هجوم مواد ذره‌ای، آلودگی شیمیایی، نشستی آب نمک و نوارهای روغنی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. یکی از تکنیک‌های مکرراً استفاده شده شامل اجرای تعداد بیشماری از سیکل‌های ناپیوسته و در نتیجه افزایش جزء تمیزکننده سرعت‌محور می‌باشد. روغن اضافی برای بهبود بازده انتقال حرارت چیلر به خارج تخلیه می‌گردد. برای آماده‌سازی فرایند تغییر مبرد، می‌توان تمامی شارژ روغن را از سامانه خارج نمود.

واحدهای فشارپایین نسبت به واحدهای فشاربالا، نیازمند ماشین‌آلات متفاوتی هستند. بهتر است که در ابتدا سرویس‌های گندزدایی و مکانیکی را در داخل یک روش جامع ادغام کنیم. در مورد ماشین‌های نیازمند تعمیر و نوسازی کمپرسور، بهتر است فرایند گندزدایی را، به ویژه برای واحدهای پیستونی، پس از خارج کردن کمپرسور و یا قبل از تعمیر آن انجام دهیم. ممکن است که دریچه‌های دسترسی با موقعیت جدید و یا قطر بزرگ‌تر مورد نیاز باشند. مخزن روغن (کارت) نیز تخلیه خواهد گردید. در صورت عدم امکان خاموش کردن چیلرها، می‌توان برای این چیلرهای در حال کار از تکنیک‌های ویژه متصل به شبکه‌ای که با استفاده از فرایند احیاء (جبران‌سازی) توسعه یافته‌اند، استفاده کرد. برای جلوگیری از توقف‌های ناشی از سرویس سامانه، طرح کلی با پرسنل عملیاتی هماهنگ می‌شود. برای برخی از پروژه‌های گندزدایی، بهتر است که از قوطی‌های آب باز و در موارد دیگر از قوطی‌های آب بسته استفاده کنیم. اینترکولرها چالش‌های ویژه‌ای را طلب می‌کنند.

نمونه‌گیری از سامانه

تجزیه و تحلیل مبرد و روان‌ساز چه به عنوان اقدامات اولیه‌ای در جهت بروزرسانی سامانه، و برای عیب‌یابی یک سامانه تبرید یا چیلر و یا به عنوان بخشی از یک طرح روزمره نگهداری از تجهیزات، در بررسی و تایید کارایی سامانه و تشخیص مشکلات بالقوه سامانه، قبل از تبدیل شدن به مشکلات جدی‌تر کمک می‌کند. تجزیه و تحلیل مبرد می‌تواند موجب تشخیص آلاینده‌های ویژه سامانه نظیر رطوبت، گازهای چگالش‌ناپذیر، اسیدها، کلرایدها، مواد ذره‌ای، ته‌نشست‌هایی با نقطه جوش بالا (برای مثال، روان‌ساز)، و مبردهای دیگر شود.