جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

# مهندسی نگهداری ساختمان و تأسیسات

## (جلد سوم)

# نگهداری تجهیزات الکتریکی

نشریه شماره ۳-۱۳۸

نویسنده: لیندلی آر. هیگینز

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۷۹/۰۰/۸۲

۱۳۷۹

omoorepeyman.ir

## فهرست‌برگه


**هیگینز، لیندلی** Higgins, Lindly R.

مهندسی نگهداری ساختمان و تأسیسات / نویسنده لیندلی آر. هیگینز؛ [ترجمه معاونت امور فنی، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی]. - تهران: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷۴ -

ج.: مصور. - (سازمان برنامه و بودجه. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی؛ نشریه شماره ۱۳۸)(انتشارات سازمان برنامه و بودجه؛ ۶۵/۰۰/۷۴، ۷۸/۰۰/۱۷)

ISBN 964-425-145-8 (set)

نام مترجم متغیر: ج.۲. سازمان برنامه و بودجه، دفتر امور فنی و تدوین معیارها، ج.۳- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر امور فنی و تدوین معیارها

نام ناشر متغیر: ج.۳- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، مرکز مدارک علمی و انتشارات.

فروست جلد ۳ - سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها.

عنوان اصلی: Maintenance engineering handbook/4th ed 1988

مندرجات: ج.۱. نگهداری دستگاههای تأسیساتی. - ج.۲. بهداشت محیط و پاکیزه نگاه داشتن ساختمان. - ج.۳. نگهداری تجهیزات الکتریکی. -

۱. ساختمانها - نگهداری و تعمیر. ۲. تأسیسات - نگهداری و تعمیر. ۳. تهویه مطبوع - نگهداری و تعمیر. الف. سازمان برنامه و بودجه. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی. ب. سازمان برنامه و بودجه. دفتر امور فنی و تدوین معیارها. ج. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها. د. سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ه. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات. و. عنوان. ز. فروست.

ش.۱۳۸ ۲س/۳۶۸ TA

شابک ۳-۲۴۰-۴۲۵-۹۶۴ (جلد سوم) ISBN 964-425-240-3 (vol.3)


***مهندسی نگهداری ساختمان و تأسیسات (جلد سوم) نگهداری تجهیزات الکتریکی***


**تهیه کننده: معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها**

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات

چاپ اول: ۲۰۰۰ نسخه، ۱۳۷۹

قیمت: ۱۵۰۰۰ ریال

لیتوگرافی: قاسملو

چاپ و صحافی: مؤسسه زحل چاپ



**همه حقوق برای ناشر محفوظ است.**

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

## پیشگفتار

برنامه‌ریزی صحیح و مناسب برای نگهداری سیستمها و تجهیزات برقی در واقع حفاظت از اهداف و دستاوردهای طراحی و اجرای مطلوب تأسیسات مذکور و تداوم کیفیت مناسب بهره‌دهی به شمار می‌رود، بی‌شک شناخت امکانات و محدودیتهای سیستمهای الکتریکی و چگونگی اعمال پیشگیریهای لازم موجب ارتقای کیفیت و بهبود بازده کار، دوام لوازم و تجهیزات مورد مصرف، اجتناب از وقفه در فرایند تولید، افزایش ایمنی و کاهش هزینه‌ها می‌شود.

معاونت امور فنی به منظور آگاهی و شناخت دست‌اندرکاران بهره‌برداری و نگهداری تأسیسات برقی اقدام به ترجمه و انتشار این مجموعه که حاوی اطلاعات فنی و توصیه‌های لازم در زمینه استفاده و نگهداری پاره‌ای از تجهیزات و لوازم برقی می‌باشد نموده است. تجهیزات مورد بحث در این بخش شامل انواع موتورهای جریان متناوب و مستقیم، اجزای مدارهای کنترل نیرو و فرمان، انواع باتریهای صنعتی و سیستمهای روشنایی می‌باشد.

نشریه حاضر در شرکت خانه‌سازی ایران، زیر نظر آقای مهندس حشمت‌ا... منصف، توسط آقای مهندس آلدیک موسسیان به فارسی برگردانده شده است.

در ویرایش، تنظیم صفحات و شکلها، حروف چینی با کامپیوتر و آماده سازی برای چاپ، آقایان مهندس سیدعلی طاهری، فرزین جوکار و سرکار خانم فاطمه مهدوی مشارکت داشته‌اند، که به این وسیله از همکاری صمیمانه و علاقه آنان سپاسگزاری می‌شود.

انتظار دارد با ارسال نظریات اصلاحی برای بهبود کیفی در چاپهای بعدی، این معاونت را یاری فرمایند.

معاونت امور فنی

زمستان ۱۳۷۹

omoorepeyman.ir

مقدمه:

این کتاب ترجمه‌ی بخش هفتم‌ازچاپ‌چهارم کتاب "MAINTENANCE ENGINEERING HANDBOOK" می‌باشد، که توسط "LINDLEY R.HIGGINS, P.E." تهیه شده و به وسیله‌ی کمپانی "McGRAW - HILL" در سال ۱۹۸۸ انتشار یافته است.

۱ـ کتاب اصلی شامل ۱۲ بخش و ۶۱ فصل است. اصل فهرست مطالب کتاب در انتهای کتاب حاضر درج شده است تا خواننده از موضوع همه‌ی بخش‌ها و فصل‌ها آگاهی یابد و جایگاه هر فصل را در آن بشناسد.

۲ـ بخش هشتم با عنوان "نگهداری دستگاههای تاسیساتی" - نشریه ۱-۱۳۸، که به نگهداری تاسیسات مکانیکی اختصاص دارد، در سال ۱۳۷۴ ترجمه و منتشر شده است.

۳ـ بخش پنجم با عنوان "بهداشت محیط و پاکیزه نگهداشتن ساختمان "نشریه ۲-۱۳۸، در سال ۱۳۷۸ ترجمه و منتشر شده است.

۴ـ کتاب حاضر ترجمه‌ی بخش هفتم از کتاب اصلی است که به "نگهداری دستگاههای الکتریکی" اختصاص دارد و شامل چهار فصل است.

در این بخش نویسندگان فصول چهارگانه، درباره مسایل نگهداری و سرویس موتورهای برقی، اجزای کنترل مدارها، باتریها و اجزای روشنایی که بطور عمده شامل چراغها است، مطالبی را عنوان کرده و روشهایی را پیشنهاد نموده‌اند.

مطالب ارائه شده کمتر در کتابهای مهندسی مورد توجه قرار می‌گیرد، اما باید توجه کرد، همانگونه که مسایل بهداشتی جنبه "پیشگیری" داشته و هدف نهایی رعایت بهداشت، کاهش روی‌آوری به "درمان" می‌باشد، هدف "سرویس" را باید پیشگیری هر چه بیشتر انجام تعمیرات و تعویض قطعات دانست، بنابراین رعایت توصیه‌های این کتاب از هر جهت دارای اهمیت است.

از آنجا که ایجاد تشکیلاتی تخصصی و ویژه برای "نگهداری و سرویس "صرفا" در صنایعی مقرون به صرفه است که به لحاظ کمی و کیفی از حد معینی فراتر باشد و این گونه صنایع در کشور رو به افزایش هستند، پیش‌بینی می‌شود که مطالب این کتاب بسیار مفید افتد.

مطالب کتاب تازه و متنوع بوده و برای همه مهندسان رشته برق حتی آنهایی که "نگهداری و سرویس" کار اصلیشان نمی‌باشد آموزنده خواهد بود و افق دید آنها را نسبت به مسایل مختلف فنی وسعت خواهد بخشید.

omoorepeyman.ir

# بخش هفتم - نگهداری تجهیزات الکتریکی

## فهرست


| عنوان | | صفحه |
|---|---|---|
| فصل اول | ـ موتورهای الکتریکی | ۷ـ۱ |
| فصل دوم | ـ نگهداری اجزای کنترل | ۷/۲ـ۱ |
| فصل سوم | ـ نگهداری باتریهای صنعتی | ۷/۳ـ۱ |
| فصل چهارم | ـ روشنایی | ۷/۴ـ۱ |


omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

## بخش هفتم - نگهداری تجهیزات الکتریکی

فصل اول:

# موتورهای الکتریکی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

# بخش هفتم - نگهداری تجهیزات الکتریکی

## فصل اول - موتورهای الکتریکی

### پیشگفتار

موتورهای الکتریکی از اجزای حیاتی در فرایندهای صنعتی می باشند . با وجود آن که هر یک از اجزای سیستم در جای خود مهم می باشد ، موتور الکتریکی، اگر به نحوی درست مورد استفاده قرار گرفته و از آن صحیح بهره برداری شده و در هنگام بروز خرابی به سرعت نسبت به رفع عیب آن اقدام شود - سهم بزرگی از کار بی وقفه و موفقیت کل سیستم را به عهده خواهد داشت.

در اثر رشد هزینه ها به علت توقفهای پیش بینی نشده در سیستم ، نگهداری منظم و بی وقفه موتورهای الکتریکی بیش از پیش اهمیت پیدا می کند . امروزه با فراگیر شدن سیستمهای خودکار ، از دست دادن حتی یک موتور به علت بروز خرابی در آن ، می تواند به قیمت از کار افتادن یک خط تولید و شاید کل کارخانه تمام شود.

قدم اصلی در مشخص کردن یک موتور ، انتخاب موتوری مناسب برای نوع باری است که به عهده آن خواهد بود. انتخاب غلط یک موتور ممکن است نه تنها به خرابی های پی در پی انجامد بلکه مسبب بروز خطراتی برای کارکنان شود بنا بر این شخصی که مسئول انتخاب موتور می باشد ، باید به اهمیت نقش موتور در سیستم ، محیط کار و محدودیتهای آن ، وقوف کامل داشته باشد.

### برنامه نگهداری

یک برنامه نگهداری مشخص که بطور منظم اجراء شود ، عامل اصلی در پیشگیری از بروز اشکالات و خرابیها در موتور است و هنگامی هم که اشکالاتی بروز کرده و توقف سیستم اجتناب ناپذیر شود ، اتخاذ روشی منطقی و گام به گام در عیب یابی ، می تواند در هزینه ها و زمان تعمیرات صرفه جوئی کند.

برای همه موتورها ، حداقلی که بایستی رعایت شود ، برنامه نگهداری ای است که توسط سازنده ارائه می شود. مقدار صرف وقت اضافی نسبت به این برنامه و احتیاج به انبار کردن لوازم یدکی یا حتی موتورهای یدکی ، تا حد زیادی بستگی به اهمیت موتور ، قیمت آن و پیچیدگی ساختمان آن دارد. بعنوان مثال، یک موتور استاندارد کوچک، کم توان و ارزان قیمت که به نحوی عادی انبار شده و برای ادامه کار سیستم نیز حیاتی نباشد، ممکن است به چنین برنامه نگهداری سخت و جدی احتیاج نداشته باشد . لوازم یدکی را ممکن است بتوان به سهولت تهیه و انبار نمود . در

omoorepeyman.ir

بعضی موارد ممکن است تعویض کل موتور از تعمیر اساسی آن ارزان تر تمام شود.

از طرف دیگر یک موتور گران قیمت ویژه که کل فرایند تولید را بر عهده دارد، دقت و مو شکافی بیشتری را میطلبد. قطعات یدکی ممکن است به سهولت در دسترس نبوده و تعویض آنها هم مقرون بصرفه نباشد.

## موتورهای القایی جریان متناوب

### تئوری و نحوه ساخت

استفاده از موتورهای القایی در بسیاری از کاربردهای صنعتی معمول است . همگی آنها دارای سیم پیچ اولیه یا استاتوری هستند که به یک منبع نیرو وصل میشود و سیم پیچ ثانویه یا روتور که وظیفه آن گرداندن بار مکانیکی است.

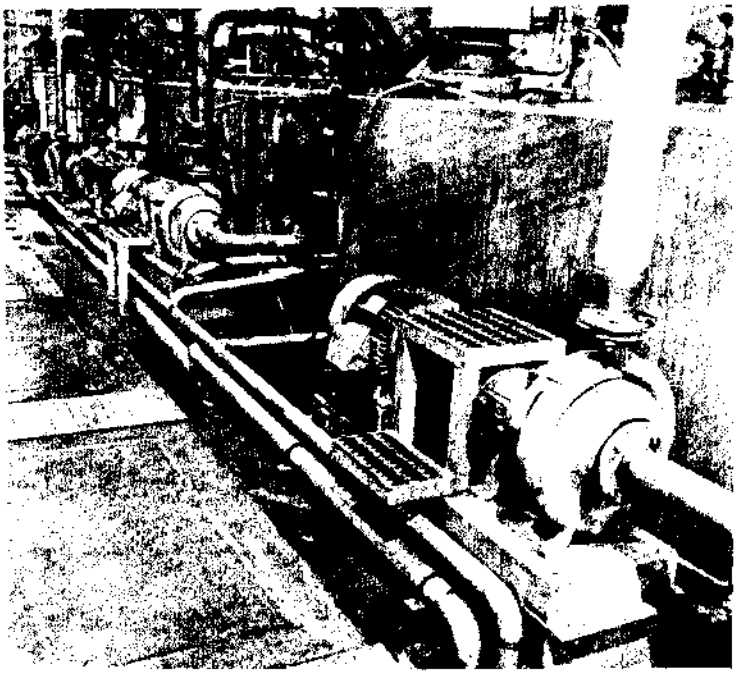
معمولیترین نوع موتور القائی ، موتور قفس سنجاب است . این نام به این دلیل متداول شده است که ساختمان روتور آن شامل میله های هادی مسی یا آلومینیومی است تئه به چرخ بازی سنجاب شباهت دارد.

موتورهای القایی با روتور سیم پیچی شده دارای روتورهائی با سیم پیچ چند فازه هستند که به کمک حلقه های لغزان و ذغال ، به مقاومتهای قابل تنظیم در خارج از موتور وصل می شوند . این موتورها، در مواقعی که به گشتاور شکست بالا (High Breakdown) یا موتوری با سرعت متغیر نیاز باشد، مورد استفاده قرار میگیرد.

موتور القاء ممکن است تک سرعته باشد که در این صورت موتور با سرعتی نسبتاً ثابت کار می کند یا چند سرعته باشد که در این حالت موتور را می توان با دو یا چند سرعت مشخص بکار انداخت.

همینطور موتورهای القاء را می توان به عنوان موتورهای با کاربرد عمومی و یا موتورهای با کاربرد ویـــژه طبقه بندی نمود . مقـادیر اسمـی موتورهای با کاربرد عمومی ، بـا طـرح B اتحادیه ملی سازندگان لوازم الکتریکی [ National Electrical Manufacturers Association ] ( NEMA ) مطابقت داشته و مشخصه ها و ساختمان مکانیکی آنها استاندارد می باشد. از این موتورها در کاربردهائی مانند پمپها و بادبزنها تحت شرایط عادی کار استفاده می شود. موتورهای با کاربرد ویژه، برای گشتاورهایی با مشخصه های خاص مانند طرح D (گشتاور شروع کار بالا و گشتاور کار دائمی بالا) یا طرح C (گشتاور شروع کار بالا و گشتاور کار دائمی معمولی) طراحی میشوند. این نوع موتورها برای بارهایی که راه اندازی آنها دشوار است مانند تسمه های نقاله و جرثقیلها ، بکار می روند.

omoorepeyman.ir



**شکل ۱-۱** موتورهای الکتریکی در صنعت بطرق گوناگون بکار می روند از آن جمله است پمپاژ مایعات

**محفظه ها و روشهای خنک کردن**

به همین ترتیب NEMA موتورهای جریان متناوب را بر حسب نوع محفظه و روش خنک کردن طبقه بندی میکند تا کمکی در انتخاب صحیح موتور با توجه به شرایط کاری آن باشد.

این تقسیم بندیها عبارتند از :

*موتور باز مقاوم در برابر چکه های مایعات OPEN DRIPPROOF*

این موتورها دارای منافذی برای تهویه می باشند . منافذ بنحوی ساخته می شوند که برخورد یا دخول ذرات جامد یا مایع باهر زاویه ای تا۱۵ درجه نسبت به قایم در جهت پائین، در نحوه کار موتور تاثیری نداشته باشد.

*موتور تمام بسته TOTALLY ENCLOSED*

این موتورها طوری در داخل محفظه قرار می گیرند که از هر گونه تبادل آزاد هوا بین داخل و خارج محفظه جلوگیری شود، ولی کیپ یا هوابندی شده نیستند.

omoorepeyman.ir

*موتور تمام بسته - خنک شونده با بادزن (TOTALLY ENCLOSED, FAN COOLED)*

سطح خارجی این موتورها بوسیله بادزنی که جزو موتور می باشد، خنک می شود ولی این بادزن در خارج از قسمتهای بسته شده قرار دارد.

*موتور ضد انفجار (EXPLOSION PROOF)*

این موتورها تمام بسته بوده و طوری طراحی و ساخته می شوند که در برابر انفجارهای ناشی از گاز و یا بخار در داخل موتور مقاومت کرده و از آتش گرفتن گاز یا بخار در خارج از ماشین بوسیله جرقه یا ذرات مذاب و یا انفجارهایی که در داخل محفظه موتور اتفاق می افتد ، جلوگیری می کند.

*موتور ضد آتشسوزی غبار (DUST IGNITION PROOF)*

این موتورها تمام بسته بوده و طوری طراحی و ساخته می شوند که مقادیر غبار قابل اشتعال را از داخل محفظه دور نگهداشته و برای جلوگیری از آتشگیری غبار معلق در هوا یا غبار جمع شده در خارج از محفظه ، دمای پوسته خارجی محفظه را محدود کند.

*موتور مقاوم در برابر عوامل جوی (WEATHER PROTECTED)*

این موتورها خود به دو نوع تقسیم می شوند: نوع I و نوع II . موتور نوع I ، باز بوده و مجهز به منافذ تهویه است و به نحوی ساخته می شودکه توانائی نفوذ باران ، برف و ذرات معلق در هوا را برای تماس با قسمتهای برقدار، به حداقل میرساند .موتور نوع II دارای گذرگاههای تهویه در دوانتهای ورودی و خروجی است . این گذرگاهها به نحوی ترتیب داده شده اند که هوای دمیده شده با سرعت زیاد به داخل ماشین در اثر باد یا طوفان همراه با ذرات معلق در آن ، بدون آنکه به گذرگاههای تهویه داخلی که مستقیماً به قسمتهای برقدار وصل می باشند دسترسی یابد ، دفع می شود.

*موتور تمام بسته و تهویه شونده با لوله (TOTALLY ENCLOSED, PIPE VENTILATED)*

این موتورها تمام بسته می باشند و ورودی و خروجی هوای خنک کننده در آنها بنحوی ترتیب داده شده اند که برای عبور هوای خنک کننده ، لوله های تهویه را بتوان به آنها وصل کرد. وسیله دمیدن هواممکن است جزئی جدا نشدنی از موتور بوده و یا جدای از آن باشد و به عبارت دیگر وسیله دمیدن هوا مجزای از موتور باشد .

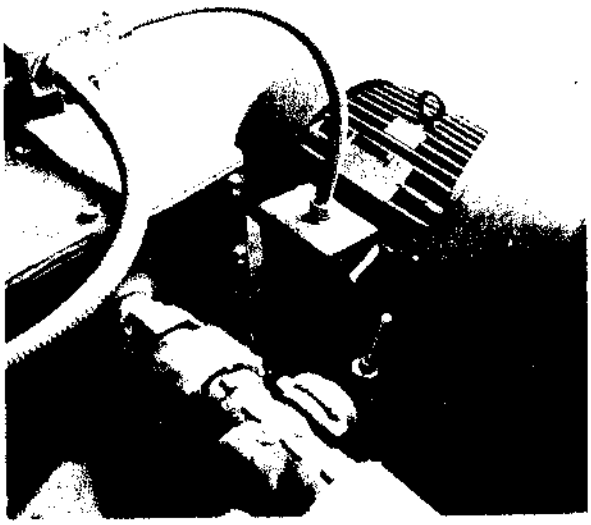
*موتور تمام بسته و خنک شونده با آب - هوا (TOTALLY ENCLOSED WATER - AIR COOLED)*

این موتورها تمام بسته بوده و بوسیله جریان هوا خنک شده و هوای در گردش هم به نوبه خود با جریان آب خنک می شود . این موتورها مجهز به مبدل گرمائی با خنک کن آبی هوا می باشند و دارای یک یا چند بادزن که جزء جدا نشدنی یا جدا شدنی از محور روتور هستند که برای گرداندن هوای خنک از آنها استفاده می شود.

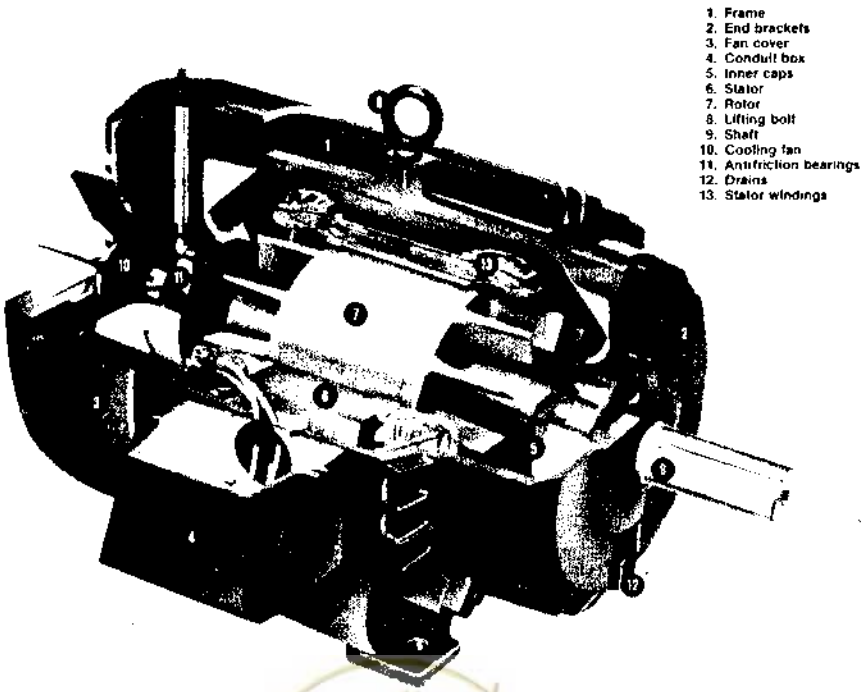
*موتورتمام بسته و خنک شونده با هوا به هوا (TOTALLY ENCLOSED AIR - TO - AIR COOLED)*

omoorepeyman.ir

این موتورها تمام بسته بوده و بوسیله جریان هوای داخلی و استفاده از یک مبدل گرمائی خنک می شوند که به نوبه خود ، با هوای در گردش خارجی یعنی هوای آزاد خنک می شود.



**شکل ۲-۱** در کاربردهای مربوط به انتقال هوا




**شکل ۳-۱** نقشه مقطع جزئی یک موتور جریان متناوب

omoorepeyman.ir

## مشخصه های سرعت - گشتاور (SPEED - TORQUE CHARACTERISTICS)

گشتاور یک موتور ، عبارت از نیروی چرخشی تولید شده توسط محور آن موتور است و در چهار موقعیت تعریف می شود و معمولاً به صورت درصدی از گشتاور کار یا تمام بار موتور ارائه می گردد:

۱- گشتاور شروع کار یا روتور قفل شده یا توقف زیربار

(STARTING , LOCKED - ROTOR or BREAKAWAY TORQUE)

۲- گشتاور حداقل یا گشتاور راه اندازی (MINIMUM or PULL - UP TORQUE)

۳- گشتاورحداکثر یا توقف یا خوابیدن زیر بار (PEAK , PULL - OUT or BREAKDOWN TORQUE)

۴- گشتاور کار یا تمام بار (RUNNING or FULL LOAD TORQUE)

در انتخاب موتور ، لازم است به ملاحظات کاربردی توجه شود تا اطمینان حاصل شود که موتور مشخصه های لازم برای بهره برداری در بار مورد نظر را دارا خواهد بود .

گشتاور شروع کار یا روتور قفل شده، گشتاوری است که برای به گردش درآوردن محور موتور در شروع کار لازم می باشد . روغنکاری صحیح بلبرینگ ها یا یاتاقانهای موتور ، اثری بارز در ایجاد این گشتاور دارد.

گشتاور حداقل یا راه اندازی، گشتاوری است که موتور در خلال شتابگیری بار از حالت سکون تا سرعت کامل تولید می کند.

گشتاور حداکثر یا توقف، گشتاور لحظه ای حداکثری است که موتور در حین کار می تواند تولید کند. وجود گشتاوری بالا برای دوره های کوتاه مدت، از این نظر لازم است که موتور، بی آنکه در زیر بار بخوابد، جوابگوی اضافه بارهای لحظه ای باشد.

گشتاور کار یا تمام بار، گشتاوری است که برای تولید توان نامی موتور در سرعت بار کامل آن لازم میباشد.

در هنگام تعیین مشخصات یک موتور خواستهای مربوط به گشتاور برای هر کاربرد باید معلوم باشد. بمنظور تعیین گروه بندی گشتاور یک موتورNEMA ، چهار طبقه برای طرح موتورها اختصاص داده است : A ، B ، C و D.

موتورهای طرح A قاعدتاً در معرض فروش عمومی نیستند بلکه معمولاً برای کاربردهایی خاص بطور سفارشی ساخته می شوند. موتورهای طرح A، مشابه طرح B ( که موتورهای استاندارد با مصارف عادی می باشند)، انواع مختلفی از موتورها را در بر می گیرند با این تفاوت که گشتاور حداکثر و جریان راه اندازی آنها بیشتر است.

موتورهای طرحB،موتورهای استاندارد بامصارف عادی بوده ودارای جریان راه اندازی پائین و گشتاور معمولی و لغزش عادی هستند. گسترهٔ کاربرد آنها بسیار وسیع بوده وبادزنها، دمنده ها، تلمبه ها وماشینهای ابزار راشامل میشوند.

موتورهای طرح C دارای گشتاور شروع بکار بالا، جریان راه اندازی پائین و لغزش عادی هستند. از این موتورها در کاربردهای با شروع کار سخت مانند تلمبه های پیستونی، تسمه های نقاله و کمپرسورها استفاده می شود.

omoorepeyman.ir

موتورهای طرح D، گشتاور شروع کار بالا و لغزش بالایی دارند. این طرح خود به سه گروه فرعی از نظر درجه لغزش تقسیم می شود:

۵ تا ۸ درصد و ۸ تا ۱۳ درصد که در ماشینهای با ماند بالا (HIGH INERTIA) استفاده می شود و ۱۳ درصد یا بیشتر که محدود به کاربردهای کوتاه دوره ( SHORT DUTY ) می باشند.

## اطلاعات کاربردی

استفادهٔ صحیح از موتورها با توجه به شرایط کاری آنها که به عادی و غیر عادی تقسیم می شود، اولین قدم در راه تهیه موتوری مناسب و حفظ آن در شرایط بهره برداری خوب می باشد.

شرایط کاری غیر عادی برخلاف شرایط کاری عادی، ممکن است مخاطرات اضافی در بر داشته باشد.

شرایط کاری عادی طبق مقررات NEMA شامل موارد زیر است :

محیط :

۱- استقرار در محیطی با محدودهٔ دمای صفر تا ۴۰ °C یا در صورت استفاده از آب خنک کننده، دمای آب ۱۰ °C تا ۴۰ °C.

۲- استقرار در ارتفاع کمتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا

۳- نصب بر روی بستری که محکم و صلب است .

۴- نصب در محیطها یا در داخل پوششهای اضافی بنحوی که حرکت هوای خنک کن با مانعی جدی روبرو نشود.

انتقال نیرو :

۱- تسمه V شکل طبق استاندارد NEMA MG1 - 14.42 برای موتورهای جریان متناوب.

۲- تسمه تخت ، زنجیر و انتقال دنده ای طبق استاندارد NEMA MG1 - 14.07.

۳-انتقال با درگیری محورها طبق استاندارد NEMA MG1 - 14.37.

شرایط کاری غیر عادی طبق مقررات NEMA شامل موارد زیر است :

۱- قرار گرفتن در معرض :

الف - گردو غبار آتشگیر ، قابل انفجار ، ساینده یا هادی جریان برق.

ب - ذرات کتان و کرک یا شرایط بهره برداری خیلی کثیف.

ج - بخارهای شیمیائی یا گازهای آتشگیر یا قابل انفجار.

د - تشعشعات رادیو آکتیو.

omoorepeyman.ir

هـ - هوای حاوی نمک ، بخار آب یا بخار روغن.

و - محیطهای نمناک یا خیلی خشک، یا دارای گرمای تشعشعی،حمله حشرات یا رشد قارچ و کپک.

ز - شوکهای غیر عادی ، لرزش یا بارگیری مکانیکی از منابع خارجی.

ح - نیروهای غیر عادی وارد در جهت یا عمود برجهت محور.

۲- کارکردن در محلی که :

الف - ولتاژ و / یا فرکانس اختلاف زیادی نسبت به مقادیر نامی خود دارند.

ب - ضریب انحراف منبع جریان برق متناوب ، بیش از ۱۰ درصد است.

ج - ولتاژ جریان متناوب بیش از یک درصد نامتعادل است.

د - سطح نوفه (NOISE) خواسته شده کم است.

۳- بهره برداری در سرعتهای بیش از بالاترین سرعت نامی.

۴- بهره برداری در اتاقی با تهویه نامطلوب یا بر روی سطحی شیبدار.

۵- بهره برداری در شرایطی که موتور تحت بارهای ضربه ای، پیچشی، اضافه بارهای غیر عادی تکراری یا تغییر جهت چرخش و یا ترمزکردنهای الکتریکی قرار می گیرد.

۶- بهره برداری از موتور در حالت سکون در حالی که یکی از سیم پیچها یا بیشتر دایماً تحت ولتاژ باشد.

*منبع نیرو :*

بمنظور انتخاب صحیح موتور برای کاربردی معین ، ولتاژ منبع باید شناخته شده باشد . این ولتاژ بطور عادی باید طبق جدول ۱ - ۱، از ولتاژ نامی پلاک موتور کمی بیشتر باشد.

*تغییرات در منبع نیرو :*

بطور ایده آل، منبع نیرو باید دارای ولتاژ ، فرکانس و ترتیب فاز ثابت باشد. اما در عمل محدوده ولتاژ از ۱۰+ تا ۱۰- درصد ( و در بعضی موارد حتی بیشتر از ۱۰ درصد) مقادیر نامی است. فرکانس معمولاً دقیقتر کنترل می شود ولی آن هم ممکن است متغیر باشد.

زاویهٔ بین فازها که در صورت مساوی بودن ولتاژ آنها متعادل هستند، ممکن است باندازه یک یا دو درصد از حالت تعادل خارج شود.

هر نوع انحراف در منبع نیرو، اثری متفاوت بر روی کار یک موتور القایی جریان متناوب دارد ولی بیشترین آنها به تغییرات ولتاژ مربوط میشود.

omoorepeyman.ir

**جدول ۱-۱** ولتاژهای استاندارد توصیه شده NEMA برای تولید نیرو ، تجهیزات برق و مقادیر پلاک موتورها

| ولتاژ نامی سیستم | | ولتاژ پلاک موتور | |
|---|---|---|---|
| سه فاز | | | |
| ۵۰ هرتز | ۶۰ هرتز | ۶۰ هرتز | ۵۰ هرتز |
| | ۱۲۰* | ۱۱۵* | ۲۲۰ |
| | ۲۰۸ | ۲۰۰ | ۳۸۰ |
| | ۲۴۰ | ۲۳۰ | |
| | ۴۸۰ | ۴۶۰ | |
| | ۶۰۰ | ۵۷۵ | |
| | ۲۴۰۰ | ۲۳۰۰ | |
| | ۴۱۶۰ | ۴۰۰۰ | |
| یکفاز | | | |
| | ۱۲۰ | ۱۱۵ | ۱۱۰ |
| | ۲۴۰ | ۲۳۰ | ۲۲۰ |

* فقط برای موتورهای HP ۱/۴ و کوچکتر بکار می رود.

## مشخصه های طراحی

*تغییرات ولتاژ نسبت به مقادیر نامی* - استاندارد NEMA MG1 - 12.43 مقرر میدارد که موتورها باید در شرایط کاری و توان نامی خود در حالی که انحراف ولتاژ از ۱۰+ درصد تا ۱۰ـ درصد است، بنحوی رضایتبخش کارکنند. البته این بدان معنی نیست که موتور در بازدهی نامی خود کار خواهد کرد. بعنوان مثال ، در صورت وجود انحراف در ولتاژ، موتور ممکن است قادر به راه افتادن و دادن شتاب لازم به بار خود نباشد، زیرا منحنی سرعت - گشتاور آن تغییر خواهد کرد.

اثرات مهمی که تغییرات ولتاژ بر نحوه کار موتورها میگذارد، به قرار زیر است:

ولتاژ کم سبب می شود:

omoorepeyman.ir

۱- دمای موتور بیشتر شود.

۲- گشتاور شروع کار افت کند.

۳- گشتاور کار افت کند.

۴- جریان شروع کار زیاد شود.

۵- مدت زمان شتابگیری بیشتر شود.

ولتاژ زیاد سبب می شود:

۱- گشتاورهای شروع کار و کار موتور افزایش یابد.

۲- شدت جریان هجومی شروع کار زیاد شود.

۳- ضریب توان کم شود.

نتیجه هر یک از موارد بالا ممکن است به کوتاه شدن عمر مفید موتور انجامیده و انجام عملیات مفصلتری را برای نگهداری و سرویس موتور ضروری سازد.

*استفاده ازموتورهای ۶۰ هرتز در ۵۰ هرتز* - معمولاً یک موتور۶۰ هرتز در صورت لزوم می تواند در بعضی از ولتاژهای انتخابی ۵۰ هرتزبا۸۰ تا ۸۵ درصد توان نامی ۶۰ هرتز آن کار کند. جدول ۲ - ۱ این موضوع را روشن میکند.

## عایقبندی موتورهای جریان متناوب

عمر مفید و بازدهی (PERFORMANCE) یک، موتور جریان متناوب القائی، مستقیماً به کیفیت و نگهداری عایقبندی آن بستگی دارد. سیستمهای عایقبندی با استفاده از موادی که دارای مقاومت الکتریکی زیاد می باشند طراحی می شوند تا مسیر جریان برق در داخل سیم پیچهای استاتور محدود شود.

عوامل اصلی در ازدیاد عمر و حفظ تمامیت عایقبندی موتور، نگهداری آن در وضعی تمیز ، خشک و خنک است.

سیستمهای عایقبندی در موتورهای جریان متناوب شامل موارد زیر است:

۱- *عایقبندی حلقه ها (TURN INSULATION)* - پوشش اصلی سیمها به صورت لاک ( ENAMEL ) ، صمغ (RESIN)، فیلم یا ترکیبی از فیلم و الیاف که برای عایقبندی حلقه های مجاور سیمهای داخل یک سیم پیچ از یکدیگر مورد استفاده قرار می گیرند.

۲- *عایقبندی فازها (PHASE INSULATION)* - موادی به شکل ورق که برای عایقبندی فازها در حلقه های انتهایی سیم پیچها از آن استفاده می شود.

۳- *عایقبندی نسبت به زمین «آستری شیار» (GROUND INSULATION or SLOT LINERS)* - موادی بشکل

omoorepeyman.ir

ورق که برای پوشش دیوارهٔ شیارهای استاتور از آن استفاده می شود و سیم پیچهای استاتور را از بدنه آهنی استاتور یا دیگر اجزای سازه ای عایق می کند.

۴- *ترکه میانی «گوه میانی» (MIDSTICK or CENTER WEDGE)* - عایقبندی در شیارهای استاتور که برای جدا کردن و عایقبندی سیم پیچها نسبت به همدیگر در داخل شیار بکار میرود.

۵- *ترکه بالائی «گاوه بالائی» (TOPSTICK or TOP WEDGE)* - برای فشرده کردن و نگهداری سیم پیچها در داخل شیار استاتور بکار می رود.

۶- *عایقبندی هادیهای ورودی (LEAD INSULATION)* - عایق بندیهایی که هادیهای ورودی را در بر میگیرد.

۷- *نخبندی و نوار پیچی (LACING AND TAPE)* - برای محکم کردن و گره زدن هادیهای ورودی در محل خود بر روی انتهای سیم پیچهای استاتور بکار برده می شود . همچنین برای گره زدن سیم پیچهای انتهائی به یکدیگر از اینها استفاده می شود تا استقامت مکانیکی در سیم پیچهای انتهائی را افزایش داده و حرکت آنها را حبس کند.

۸- *وارنیش (VARNISH)* - برای بالا بردن مقاومت استاتوری که تماماً سیم پیچی شده است در برابر تاثیر عوامل محیطی مانند مواد شیمیایی، رطوبت و غیره، وارنیش بکـــار می رود. با استفاده از وارنیش، سیمها، اتصـــالات، گوه ها و آهن استاتور به هم چسبیده و تبدیل به سازه ای یکپارچه شده ، مقاومت الکتریکی اجزاء زیاد و استقامت آنها نسبت به صدمات مکانیکی بهبود می یابد.

*اشباع با روش خلاء - فشار VPI (VACUUM PRESSURE IMPREGNATION)* - این روش معمولاً برای موتورهای بزرگ جریان متناوب ( معمولاً بزرگتر از ۵۰۰ اسب ) ، با سیم پیچهای قالبی ( فرم داده ) استفاده شده و روش نسبتاً جدیدی است برای عایقبندی موتورها.

مزایا و مشخصه های VPI عبارتند از تشکیل یک عایقبندی یکپارچهٔ بدون حباب و حفره های خالی که دارای استقامت مکانیکی عالی و هدایت گرمائی بالاست. سیم های مورد استفاده در سیم پیچها از جنس سیمهای معمولی با عایقبندی فیلم یا داکرون - شیشه می باشند . عایقبندی دیواره ها ، بسته به طرح سیستم تغییر می کند ولی همیشه حاوی نوعی نوار میکا است . این نوارها ممکن است از لایه های نازک ورق میکا ، نوار میکا یا میکای " NOMEX " باشند. رزینهای ۱۰۰ درصد خالص ، بدون حلال به جای وارنیش که در غوطه وری عادی در هوا به کار می رود ، مورد استفاده قرار می گیرند. رزینها به داخل استاتور و سیم پیچها تزریق می شود . این عمل با قراردادن استاتور سیم پیچی شدهٔ کامل در داخل تانکهای بزرگ خلا - فشار و به تناوب قراردادن تحت خلا و سپس فشار، در حالی که استاتور بطور کامل در رزین غرق است، انجام میشود. رزین ممکن است از نوع پولی استر یا اپوکسی باشد . در هر حال، اپوکسی دارای استقامت مکانیکی بیشتر، ایستادگی در برابر ساییدگی و اثر مواد شیمیائی اسیدی و بازی بهتری است.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۱ ولتاژهای نامی معادل برای کار با فرکانسهای ۵۰ و ۶۰ هرتز *

| ولتاژهای اسمی ۵۰ هرتز مجاز ۵% ± | | |
|---|---|---|
| توان پلاک موتوردر۶۰ هرتزhp<br>ولت | ۸۰% توان در۶۰ هرتز hp<br>ولت | ۸۵% توان در۶۰ هرتزhp<br>ولت |
| ۲۳۰ | ۱۹۰ | ۲۰۰ |
| ۴۶۰ | ۳۸۰ | ۴۰۰ |
| ۵۷۵ | ۴۷۵ | ۵۰۰ |

* برای اندازه های بدنه 48 تا 44OT فقط در مورد موتورهای چند فاز، موتور ممکن است گشتاوری را که کمتر از گشتاور استاندارد NEMA است، تولید کند . هنگام استفاده برای بارهائی که بسختی راه افتاده و یا بسختی شتاب می گیرند، لازم است دقت بیشتری بعمل آید. در صورت استفاده در فرکانسهایی غیر از فرکانس پلاک موتور، توصیه می شود با سازنده مشورت شود.

VPI با ایجاد پوششی کلی، کار موفقیت آمیز موتور را در فضاهای نمناک و خورنده تضمین کرده و به علت نبودن حفره های خالی در آن ، افت الکتریکی در عایقبندی به صورت کورونا در ولتاژهای بالاتر را تا حدی بسیار زیاد کم می کند. مشخصه های الکتریکی که در هنگام ارزیابی یک سیستم VPI ، باید به آنها توجه شود عبارتند از ضریب پراکندگی ، ولتاژ شکست ، ولتاژ تحمل و پیری ( فساد ) در اثر گرما.

*عایقبندی درجه B (B - STAGE INSULATION)* - سیم پیچهای درجه B بکمک نوارهای آغشته به رزین عایقبندی شده، در هر دو حالت گرم و سرد تحت فشار قرار داده می شوند تا به اندازه های دقیق خود درآیند و قالبی و محکم در داخل شیارها جای گیرند . قراردادن تحت فشار، رزین را عمل آورده و پوششی را بوجود می آورد که بدون حفره های خالی بوده و اندازه های آن نیز دقیق است. سرهای سیم پیچها و اتصالات آنها با همان نوار درجه B عایقبندی شده و در نهایت ، همراه با مجموعه استاتور در داخل کوره پخته می شود.

از این سیستم برای موتورهای بسیار بزرگ فشار قوی که به علت بزرگی در مخزن خلاء جا نگرفته یا مخزنی برای آنها در دسترس نباشد، استفاده می شود. معمولاً این سیستم خیلی گرانتر از سیستم VPI بوده و نیز فاقد بعضی از خواص مثبت آن مانند چسبندگی محکم سیمها به بدنهٔ استاتور است.

*بالا رفتن دمای موتور* - بالاترین حد دمای یک سیستم عایقبندی عبارت از کل حداکثر دمائی است که در آن دما می توان بدون آنکه از عمر تعیین شده برای سیستم کاسته شود، از آن بهره برداری نمود . هر جزء سیستم

omoorepeyman.ir

عایقبندی باید قادر باشد بالاترین حد دمای تعیین شده برای آن را تحمل کند. این دما عبارتست از دمای محیط ، دمای اضافی و دمای نقاط داغ.

دمای محیط ، دمائی است که موتور در آن کار می کند . دمای عادی محیط ، ۴۰ درجه سلسیوس انتخاب می شود. با وجودی که بسیاری از موتورها در این دمای بالا کار نمی کنند، این دما یک مبنای استاندارد برای طراحی موتور به حساب می آید.

ازدیاد دمای یک موتور جریان متناوب عبارت از بالا رفتن دمای سیم پیچهای عایقبندی شده آن است بر حسب درجه، به علت تلفات توان، هنگامی که موتور در توان نامی خود کار کند . استانداردهای NEMA، MGI - 12.42 , MGI - 12.43 برای اندازه گیری دما با استفاده از روش مقاومت است با باری که « بار در ضریب سرویس » نامیده می شود.بدین ترتیب، اگرضریب سرویس یک بار ۱،۱۵ باشد ، ازدیاد دما باید در ۱،۱۵ برابر بار کامل اندازه گیری شود . یادآوری می نماید که دمای پوسته موتور (سطح خارجی موتور)، به معنی ازدیاد دمای موتور نیست.

دمای اضافی که برای نقاط داغ فرض می شود ، مقداری است اختیاری که برای طراحی از آن استفاده شده و دمای نقاط غیر قابل دسترس سیم پیچی، از روی آن محاسبه میشود. فرض بر این است که نقاط داغ در داخل شیارهای استاتور یا سیم پیچی انتهایی استاتور قرار گرفته و گرمترین نقاط سیستم عایقبندی می باشد.

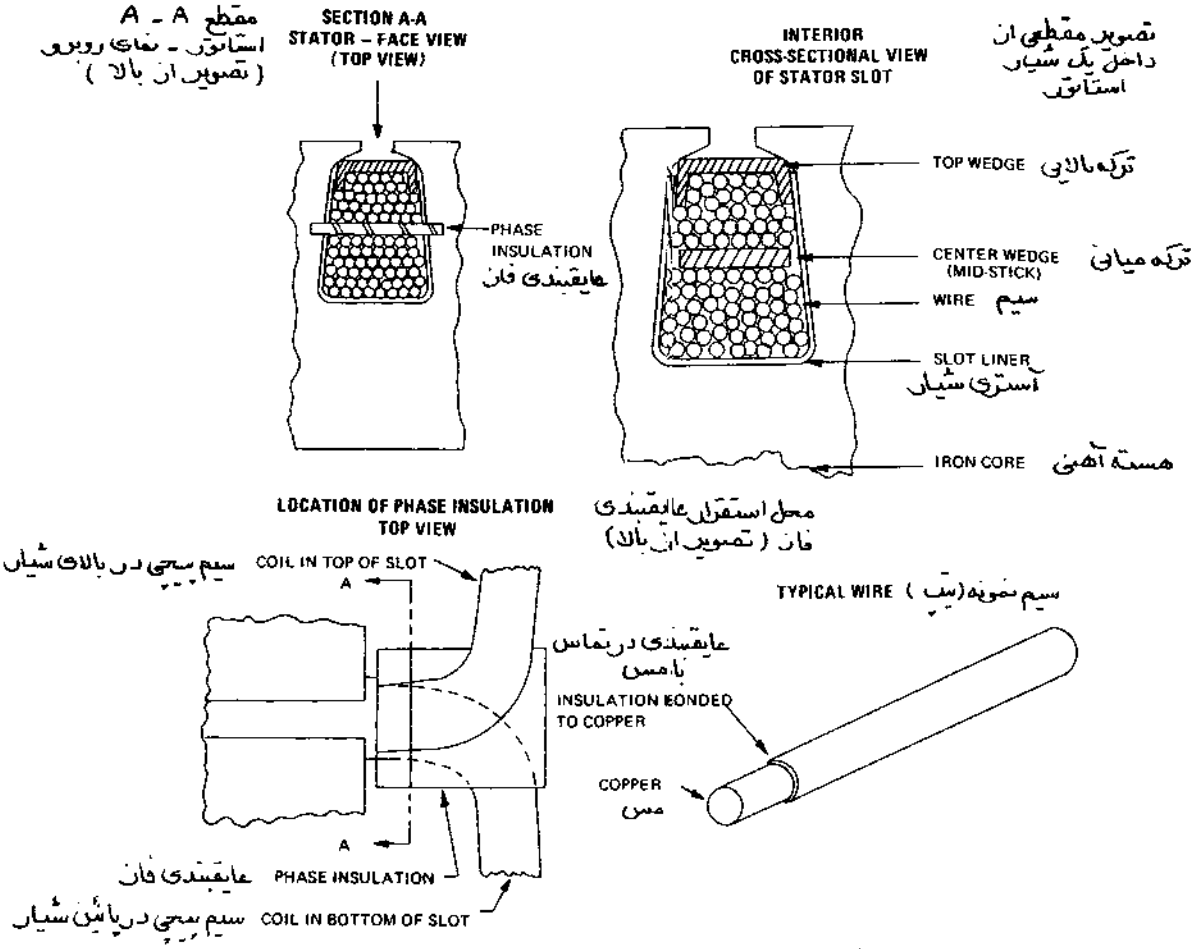
*طبقه عایقبندی (NEMA-INSULATION CLASS)* - چهار کلاس برای عایقبندی مقرر داشته که بر مبنای ایستادگی گرمائی برای تعیین دمای نامی مورد استفاده قرار می گیرد. طبقه بندی به حداکثر دمائی که عایقبندی تحت آن قرار خواهد گرفت، ربط داده می شود.

این طبقات چنین است :

طبقه A - دمای نامی این طبقه ۱۰۵ °C [ ۲۲۱ °F ] بوده و ساختار آن پنبه ، ابریشم ، کاغذ و دیگر مواد آلی است که توسط وارنیش عایق کننده پوشش داده شده اند. امروزه کمتر موتوری که برای کارهای سنگین ساخته می شود از آن استفاده می کند. هر چند که این نوع عایقبندی در گذشته بسیار متداول بوده است.

طبقه B - دمای نامی این طبقه ۱۳۰ °C [ ۲۶۶ °F ] بوده و امروزه متداولترین طبقه مورد استفاده می باشد. ساختار این طبقه از موادی نظیر میکا ، فایبر گلاس و صمغهای سنتتیک است.

omoorepeyman.ir




**شکل ۴-۱** ساختار نوعی عایقبندی سیمپیچها

طبقه F - دمای نامی این طبقه ۱۵۵ °C [۳۱۱°F] بوده و از موادی مانند طبقه B ساخته می شود با این تفاوت که مواد انتخابی برای دمای بالاتر مناسب می باشد.

طبقه H - دمای نامی این طبقه ۱۸۰ °C [۳۵۴ °F] بوده و در ساختار آن از موادی مانند الاستومر سیلیکون، میکا و پلی استر همراه با مواد چسباننده ای که قادر به کار در این دمای بالا باشند، استفاده می شود.

## موتورهای جریان مستقیم

### تئوری و طرح

سرعت یک موتور جریان مستقیم را می توان با تغییر شدت میدان یا ولتاژ آرمیچر ( روتور) تغییر داد. بنا بر این، قابلیت کنترل سرعت، یکی از محسنات موتورهای جریان مستقیم است . کم کردن شدت میدان ، سرعت موتور را بیشتر می کند و زیاد کردن آن از سرعت می کاهد . زیاد کردن ولتاژ آرمیچر هم به سرعت موتور خواهد افزود.

omoorepeyman.ir

یک موتور جریان مستقیم از دو جزء اصلی تشکیل می شود : قسمت ساکن (میدان) و قسمت دوار (آرمیچر). میدان تشکیل می شوداز یک قاب یا بدنه ، قطبهای تولید میدان و میان قطبها که به پیرامون داخلی بدنه بسته میشوند. قطبها معمولاً از ورقه های فولادی حامل سیم پیچهای میدان، یا از آهنرباهای ثابت که برای ایجاد میدان تحریک روی موتور نصب میشوند، تشکیل میشوند. آرمیچر یا روتور از چهار قسمت تشکیل می شود : محور، هسته (که از ورقه های فولادی تشکیل میشود) ، سیم پیچها و کموتاتور. جریان برق از طریق جاروبکهائی که روی سطح کموتاتور سوار میباشند از درون آرمیچر عبور می کند . بازدهی یک موتور جریان مستقیم به کاربری صحیح از آن، انتخاب درست جاروبکها و روش نگهداری بستگی دارد.

## انواع موتورهای جریان مستقیم

چهار نوع موتور جریان مستقیم وجود دارد:

*موتورهای شنت (SHUNT - WOUND)*

از این موتورها در مواردی استفاده می شود که خواست اصلی بار ، حداقل تغییرات سرعت از حالت تمام بار تا بی باری است و یا اینکه داشتن توانی ثابت در محدوده سرعتهای قابل تنظیم در ولتاژ ثابت است . این موتورها برای بارهایی با گشتاور شروع کار متوسط مناسبند.

*موتورهای سری (SERIES - WOUND)*

از این موتورها در مواردی استفاده می شود که به گشتاور شروع کار بالایی احتیاج باشد. برای آنکه سرعت موتور بیش از حد مجاز نشود، بار موتور باید بنحوی ثابت به موتور وصل باشد و هیچگاه به صفر نرسد. بار موتور باید توانایی کار در سرعتهای مختلف ، از تمام بار تا بار سبک را داشته باشد.

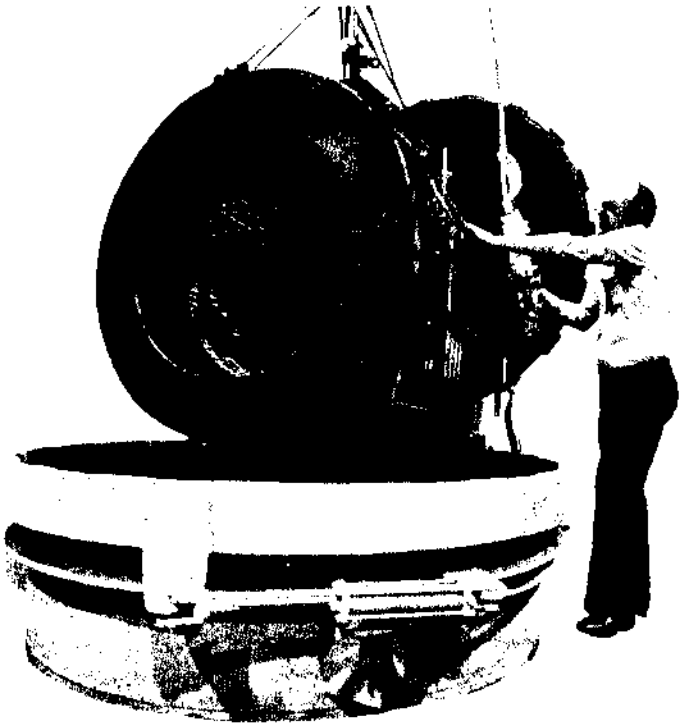
*موتورهای کمپوند (COMPOUND - WOUND)*

این موتورها با هر دو سیم پیچی شنت و سری ساخته می شوند و در مواردی که خواست بار مصرفی، داشتن گشتاور شروع کار سنگین است و به سرعت قابل تنظیم نیازی نیست، مورد استفاده قرار می گیرند. از این موتورها برای کار موازی نیز استفاده می شود . بار موتور باید توانایی کار در سرعتهای مختلف ، ازتمام بار تا بی باری را داشته باشد.

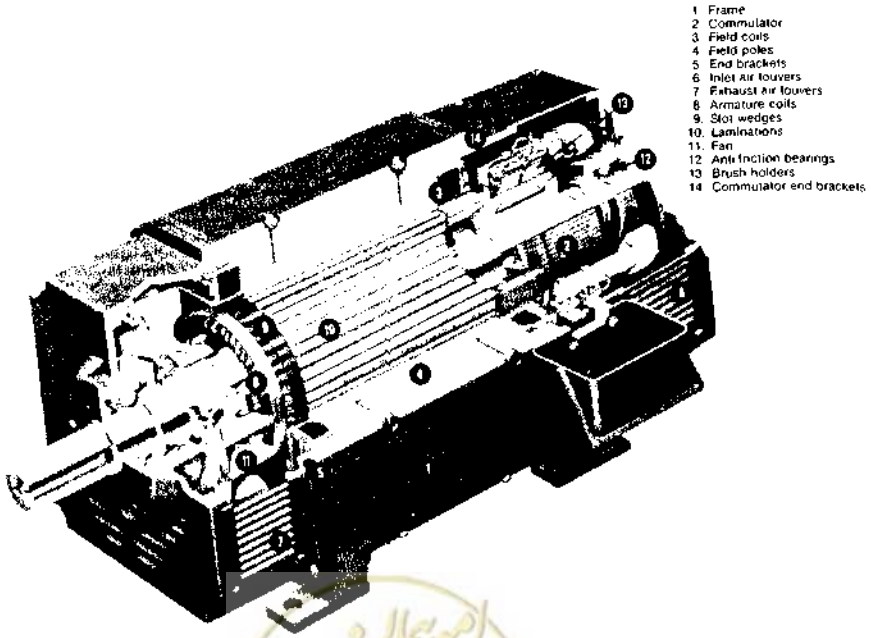
*موتورهای با آهنرباهای دائمی (PERMANENT MAGNET)*

در این موتورها برای ایجاد میدان الکتریکی از آهنرباهای دایمی استفاده می شود تا نسبت به موتورهای با میدانهای سیم پیچدار اطمینان بیشتری بدست آید زیرا در این مورد زوال میدان وجود نخواهد داشت . نظر باینکه برای تحریک توانی مصرف نمی شود ، بازده این موتورها نیز بیشتر خواهد بود ولی چون شدت میدان را نمی توان با تغییر ولتاژ میدان تغییر داد ، در این موتورها سرعت با تغییر ولتاژ آرمیچر کنترل می شود.

omoorepeyman.ir



**شکل ۵-۱** استاتور یک موتور جریان متناوب که درون مخزن VPI پایین آورده میشود




**شکل ۶-۱** نقشه جزئیات مقطع یک موتور جریان مستقیم

omoorepeyman.ir

**محفظه و روشهای خنک کردن**

مقررات NEMA ، موتورهای جریان مستقیم را از روی نوع محفظه و روش خنک کردن طبقه بندی می کند تا به انتخاب صحیح آنها برای شرایط محلی کمک شود . این طبقه بندی شامل موارد زیر است:

*موتور مقاوم در برابر چکه های مایعات (DRIP - PROOF GUARDED)*

این موتورها دارای تهویه طبیعی بوده، در طرفین به درپوشهای لووردار(LOUVERED) و در منـــافذ پائین بـــه شبکه هایی مجهزند تا از تماس اتفاقی با قسمتهای برقدار یا اجزای چرخنده جلوگیری شود.

*موتور مقاوم در برابر چکه های مایعات با تهویه اجباری (DRIP - PROOF FORCED VENTILATED)*

این موتورها در برابر چکه های مایعات محفوظ بوده و مجهز به تهویه اجباری به صورت دمنده و موتور سه فاز آن است که سوار بر موتور اصلی می باشد.

*موتور مقاوم در برابر چکه های مایعات با تهویه مجزا(DRIP - PROOF SEPARATELY VENTILATED)*

این موتورها پرتوان بوده و به سفارش خریدار به تهویه مجزا مجهز می شوند.

*موتور تمام بسته (TOTALLY ENCLOSED)*

موتورهایی که باید در شرایط سخت محیطی کار کنند احتیاج به محفظه های تمام بسته دارند . این موتورها، بسته به توان آنها ، ممکن است بدون تهویه بوده و با استفاده از بادزن، یا با دو مدار و مبدل حرارت، خنک شوند .

*موتور تمام بسته بدون تهویه (TOTALLY ENCLOSED NONVENTILATED)*

موتورهایی که به وسایل خنک کنندهٔ در خارج از محفظه مجهز نیستند. این نوع موتورها معمولاً به توانهای کوچک محدود می شوند.

*موتور تمام بسته خنک شونده با بادزن (TOTALLY ENCLOSED, FANCOOLED)*

موتورهایی که سطح خارجی آنها با بادزنی که در خارج از محفظه بر روی محور موتور سوار است، خنک میشود. توان خنک کنندگی بستگی به سرعت موتور دارد.

*موتور تمام بسته با دمندهٔ هم محور (TOTALLY ENCLOSED AIR - OVER INLINE)*

موتورهایی هستند با بادزن خارجی که با موتور جریان متناوب با سرعتی ثابت کار می کند و از طریق فلنج به پوسته بادزن وصل می شود . بدین ترتیب، خنک شدن موتور مستقل از سرعت آن خواهد بود . ترمز یا سرعت سنج را نمی توان بر روی براکت انتهایی موتور نصب نمود جز برای سرعت سنجهای کوچک خاصی که بین براکت و بادزن جا می گیرند.

*موتور تمام بسته با دمندهٔ سوار بر آن (TOTALLY ENCLOSED AIR - OVER PIGGYBACK)*

موتورهایی هستند با دمنـــــده ای که سوار بر پشت موتور اصلی بوده و با جریان متناوب کار میکند و دارای

omoorepeyman.ir

پوسته ای است که هوای خنک شده را به سمت محفظه موتور هدایت میکند.

*موتور تمام بسته با خنک کن دوگانه و مبدل گرمایی هوا به هوا*

*(TOTALLY ENCLOSED DUAL - COOLED AIR - TO - AIR HEAT EXCHANGER)*

جـریان هـوای داخلـی این موتورها به کمک یک مبدل گرمائی و دمنده ای که با موتور جریان متناوب کار می کند ، خنک می شود . هوای خارج بوسیله دمنده و موتور جریان متناوب دیگری از مبدل گرمائی عبور داده شده و گرمای هوای در گردش داخل را به خارج می برد. بین داخل و خارج موتور تبادل آزاد هوا بعمل نمی آید.

*موتور تمام بسته با خنک کن دوگانه و مبدل گرمائی هوا به آب*

*(TOTALLY ENCLOSED DUAL - COOLED AIR - TO - WATER HEAT EXCHANGER )*

این موتورها مشابه موتورهای گفته شده در بالا هستند با این تفاوت که جریان هوای خارج ، با آبی جایگزین می شود که توسط خریدار تامین می گردد و برای خارج کردن گرما از مبدل ، از آن استفاده می شود .

*موتور تمام بسته تهویه شونده بوسیله کانال یا موتور تمام بسته تهویه شونده به صورت اختصاصی*

*(TOTALLY ENCLOSED SEPARATELY VENTILATEDTOTALLY ENCLOSED PIPE VENTILATED)*

این موتورها با هوای تامین شده توسط خریدار خنک می شوند. هوا بکمک کانالهایی که خریدار برای وارد و خارج کردن هوا تامین می کند ، به داخل ماشین دمیده می شود.

*موتور ضد انفجار (EXPLOSION PROOF)*

محفظه این موتورها طوری طراحی و ساخته می شوند که در برابر انفجارهایی که ممکن است در اثر وجود گاز و یا بخار مشخصی در داخل موتور اتفاق افتد ، مقاومت کند و از آتش گرفتن گاز یا بخار مشخصی در خارج از موتور بوسیله جرقه، ذرات مذاب یا انفجارهایی که در داخل محفظه موتور اتفاق می افتد، جلوگیری کند.

*موتور ضد آتشسوزی غبار (DUST IGNITION PROOF)*

محفظه این موتورها طوری طراحی و ساخته می شود که مقادیری از غبار قابل اشتعال و یا مقادیری از غبار را که ممکن است بر بازده یا کارآیی ماشین اثر نامطلوب گذارد ، از داخل محفظه دور نگهدارد و اجازه ندهد که جرقه، ذرات مذاب یا انفجارهایی که به علل دیگر در داخل محفظه موتور ایجـــاد شـــده و یا در آن آزاد می شوند، موجب آتش سوزی در غبار معلق در هوا یا غبار جمع شده در خارج از محفظه یا اطراف آن شود.

**اطلاعات کاربردی**

در کاربرد موتورهای جریان مستقیم سه محدودیت اصلی باید در نظر گرفته شوند. اینها عبارتند از محدودیت مکانیکی، محدودیت گرمایی و محدودیت کموتاسیون. موتور انتخابی باید برای هر یک از موارد بالا ظرفیتی کافی داشته

omoorepeyman.ir

باشد تا خواستهای کاربردی موتور برآورده شوند.

استانداردهای NEMA حداقل بازدهی گرمایی و کموتاسیون را برای مقادیر نامی استاندارد ارائه می دهد. اما تامین استحکام و ایستادگی لازم را به طراح محول کرده است. مقادیر نامی استاندارد برای موتورها چنان است که مشخصه های بازدهی، تا هنگامی که بهره برداری و تعمیرات صحیح برقرار باشند ، جوابگوی اغلب کاربردها باهزینه ای معقول و عمری طولانی خواهد بود . کار بردهای غیر عادی را می توان به کمک موتورهایی که از نظر استحکام مکانیکی، ایستادگی گرمایی و یا کموتاسیون ویژگیهای فوق العاده ای را دارا بوده و با خواسته های کاربرد مطابقت داشته باشند، حل کرد.

## عوامل مکانیکی

۱- *لرزش (ویبراسیون)* - محورها، تکیه گاههای یاتاقانها و پایه های موتورهای جریان مستقیم باید برای مقابله باگشتاور در بار کامل دارای استحکام کافی باشند و بتوانند در برابر لرزشهایی که بطور عادی در بهره برداریهای صنعتی وجود دارد، ایستادگی کنند.

۲- *ضربه (شوک)* - موتورها در معرض ضربه های ناشی از بار ماشینی که آنرا می چرخانند قرار می گیرند و بنا بر این لازم است به نحوی ساخته شوند که بتوانند این ضربه ها را تحمل کنند.

۳- *انتقال تسمه ای* - برای انتقال بارشعاعی بزرگ یا تسمه ای ، ممکن است احتیاج به محوری درازتر و قطورتر باشد. شاید لازم باشد در انتهای بار ، از بلبرینگ استوانه ای استفاده شود .

۴- *فشار محوری* - موتورهای جریان مستقیم که مجهز به یاتاقانهای ضد اصطکاک هستند، برای فشارهای محوری عادی مناسب می باشند. برای فشار محوری خیلی زیاد، شاید احتیاج به یاتاقانهای خاص باشد.

۵- *نصب در جهت قایم* - موتورهای جریان مستقیم استاندارد به شرطی برای نصب در جهت قایم مناسب بوده و عمر یاتاقانهای آنها رضایت بخش خواهد بود که نیروی اضافی ، بیش از آرمیچر موتور بعلاوه پولی یا نصف کوپلینگ، به آن وارد نشود.

## عوامل گرمایی

۱- *عمر عایق بندی* - عمر عایق بندی، عمدتاً تابعی است از زمان در برابر دما. موتورهای جریان مستقیم استاندارد، هنگامی که در محدوده مقادیر نامی خود مورد بهره برداری قرارگیرند ، برای عمری طولانی طرح می شوند. اما شرایط غیرعادی مانند چرک ، غبار، روغن ، مواد شیمیایی یا لرزش میتواند افت قابل ملاحظه ای درطول عمر عایق بندی را موجب شود.

omoorepeyman.ir

۲- *دمای محیط* - دمای استاندارد NEMA برای محیط،۴۰ °C (۱۰۴ °F) است و فرض می شود که این، بالاترین دما درشرایط صنعتی است. برای استفاده های خاص، ممکن است دماهای محیط دیگری مطرح شوند. برای تعیین دمای کل یا دمایی که بر عایقبندی وارد می شود، دمای محیط را با «اضافه دما» جمع می کنند .

۳- *ارتفاع ازسطح دریا* - موتورهای استاندارد جریان مستقیم برای کار تا ارتفاع ۱۰۰۰ متری (۳۳۰۰ فوت) از سطح دریا طرح می شوند. با زیاد شدن ارتفاع ، چگالی هوا کمتر شده و در نتیجه اثر خنک کنندگی آن هم کم میشود به همین دلیل توان موتورها در ارتفاعهای بیشتر از ۱۰۰۰ متر، کاهش می یابد. اگر به تامین توان استاندارد طبق پلاک موتور در ارتفاعی بالاتر از مقدار فوق نیاز باشد، لازم خواهد بود از یک موتور خاص استفاده شود.

۴- *ضریب سرویس* - هنگامی که روی پلاک موتور ضریب سرویس ذکرشده باشد، این مقدار عددی نشانگر توانی است که می توان علاوه بر مقدار نامی، بدون وارد آوردن آسیب جدی به موتور، از آن کشید. موتورهای جریان مستقیم با دوره کار استاندارد دارای ضریب سرویس ۱ هستند.

۵- *تلفات و خنک کردن* - تلفات را می توان به دو گروه تقسیم کرد. تلفات جریان شامل تلفات $I^2R$ جریانهای فوکو ، تلفات در هسته و تلفات در جاروبکها است . تلفات مکانیکی عبارتند از اصطکاک در جاروبکها و یاتاقانها و اصطکاک با هوا می باشد. نتیجه این تلفات ، تولید گرما و زیاد شدن دما خواهد بود.

انتقال و تابش، وسایل اصلی برای خنک شدن یک موتور می باشد . دراغلب موارد دمای آرمیچر عامل حرارتی محدود کننده برای موتورهای جریان مستقیم است . مهمترین سهم از تلفات در این مورد عبارتند از تلفات $I^2R$ و تلفات در هسته. نظر به اینکه تلفات $I^2R$ با مربع شدت جریان بار متناسب می باشد ، با رشد بار، گرمایش نیز به سرعت ازدیاد می یابد.

۶- *محفظه ها* - محفظه های مقاوم در برابر چکه های مایعات ، موتورها را در برابر چکیدن مایعات و افتادن اجسام حفاظت می کنند. این محفظه ها برای بسیاری از کاربردهای صنعتی مناسب هستند. درمواردی که احتیاج به حفاظت اضافی باشد، می توان سرپوشهای ضد ترشح مایعات نیز به آنها اضافه نمود.

از موتورهای تمام بسته هنگامی استفاده می شود که هوای محیط بیش از حد کثیف، آلوده به روغن، مواد شیمیایی، بخارهای خورنده یا غبار و بخار خطرناک باشد. موتورهای با محفظه های بدون تهویه ، خنک شونده با بادزن، با خنک کن دوگانه و یا با دمنده سوار بر آن، معمولاً به دو صورت استاندارد و ضد انفجار موجودند.

۷- *بهره برداری باتوجه به دوره کاربری (Duty Cycle)* - اگر شرایط بار، سرعت و زمان معلوم باشند و کل دوره کار هم کوتاه باشد، انتخاب موتور ممکن است از طریق محاسبه مقدار موثر (RSM) توان انجام شود. در سایر موارد، توان نامی موتور از طریق آزمون یا تجربه تعیین می شود.

omoorepeyman.ir

## کموتاسیون

۱ - *استاندارد NEMA* - استاندارد NEMA برای موتورهای جریان مستقیم صنعتی، ایجاب می کند که موتور توانایی حمل ۱۵۰ درصد شدت جریان تمام بار را به مدت یک دقیقه در هر سرعتی در محدوده سرعتهای استاندارد، با شدت میدان تضعیف شده، داشته باشد. این در عمل برای به حساب آوردن لزوم پیش بینی برای اضافه بار حداکثر در هنگام شروع کار، شتابگیری و کاهش سرعت است.

تعریف دقیقی برای کموتاسیون خوب ارائه نشده است. حتی با وجود جرقه، کموتاسیون ممکن است قابل قبول باشد به شرطی که احتیاجی به سرویس بیش از اندازه نباشد. حد نهایی، کموتاسیون « سیاه » است که در آن هیچ جرقه ای دیده نمی شود. در عمل رسم بر این است که به «درجه ای» از کموتاسیون اشاره شود مانند شماره های «۱» و «۱ ۱/۴» ، «۱ ۱/۲» ، «۲» و غیره که براساس تعداد، اندازه و رنگ جرقه انجام میشود. البته این یک روش کیفی است زیرا بستگی به تجربه و عقیده ناظر دارد.

بهترین روش برای تعیین قابلیت کموتاسیون ، آزمون «نوارسیاه» ("BLACK BAND" TEST) است. نتیجه آزمون بر روی محورهای مختصات ترسیم می شود. نوار سیاه با انجام آزمون تقویت و تضعیف مشخص می شود. همانگونه که از نام آزمون برمی آید، قطبهای میانی، ابتدا بوسیله کم کردن تحریک آنها با استفاده از یک منبع ولتاژ مستقل که در خلاف جهت تحریک قطبهای میانی وصل می شود، تضعیف می گردند. سپس قطبهای میانی با وصل منبع ولتاژ خارجی به صورت هم جهت، تقویت می شوند بدین ترتیب، قطبها به نوبت برای نقاط مختلف با ۲۵% توان از بی باری تا۱۵۰ ۲ درصد بار تقویت و تضعیف می شوند. شدت جریانی که سبب ایجاد جرقه در ماشین می شود، در هر دو حالت تضعیف و تقویت نسبت به توان ترسیم میشود. همه نقاطی که در محدوده نوار قرار دارند نماینده «کموتاسیون سیاه» هستند و نام «نوار سیاه» نیز از همین جا گرفته شده است. نوارهای سیاه بصورت جداگانه برای سرعت در میدان کامل و برای سرعت در میدان تضعیف شده اندازه گیری می شوند.

۲ - *اضافه بارهای حداکثر*- اضافه بارهای حداکثر، اگر مکرر اتفاق بیفتند، ممکن است در جمع مخرب باشند در حالی که همان مقادیر حداکثر اگر با تکرار کمتری اتفاق بیفتند، قابل قبول خواهند بود. شدت جریانهای حداکثری که زمان برقراری آنها بیشتر باشد، مخرب تر خواهند بود. شدت جریانهای بزرگتر ممکن است بدون بروز جرقه، در شدت میدان کامل قابل کموتاسیون باشد تا در سرعتهای با شدت میدان تضعیف شده.

۳- *راه اندازی در حداکثر اضافه بار* - نظر به اینکه در لحظه راه اندازی سرعت موتور صفر است جریانهای حداکثر بزرگتری قابل تحمل خواهند بود، به شرطی که گاهی اتفاق افتند.

omoorepeyman.ir

## عایقبندی موتورهای جریان مستقیم

موتورهای جریان مستقیم ازهمان طبقه بندی عایقبندی که در بخش مربوط به موتورهای جریان متناوب مشخص شده است، استفاده می کنند (طبقه های A، F،B وH). جدول ۱-۳ تفاوت بین اضافه دما در اندازه گیری با روشهای دماسنج و مقاومت را برای هر طبقه نشان می دهد.

مواد مورد استفاده در طبقات مختلف عایقبندی، موادی است که برای موتورهای جریان متناوت ذکرشده است با این تفاوت که درسیستمهای کلاس H نباید از مواد سیلیکون دار استفاده شود زیرا این مواد بر روی کموتاتورها اثرات زیان آور داشته و عمر جاروبکها را بطور قابل ملاحظه ای کاهش میدهند.

جدول ۳-۱ اضافه دما طبق NEMA (°C بالاتر از °C ۴۰ دمای محیط) برای موتورهای جریان مستقیم با دوره کار دایم (با ضریب سرویس ۱)

| نوع محفظه | طبقه عایقبندی | | | |
|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D |
| مقاوم دربرابر چکه های مایعات | | | | |
| روش دماسنج | ۵۰ | ۷۰ | ۹۰ | ۱۱۰ |
| روش مقاومت | ۷۰ | ۱۰۰ | ۱۵۰ | ۱۵۵ |
| تمام بسته بابادزن وتمام بسته بدون تهویه | | | | |
| روش دماسنج | ۵۵ | ۷۵ | ۹۵ | ۱۱۵ |
| روش مقاومت | ۷۰ | ۱۰۰ | ۱۳۰ | ۱۵۵ |

## سرویس ونگهداری عادی برنامه ریزی شده موتورها

### اطلاعات عمومی

بازدید و سرویس عادی برنامه ریزی شده، مسایل مبتلا به موتورها را به حداقل خواهد رساند. تکرار سرویسهای عادی بستگی به نحوه استفاده ازموتور دارد. معمولاً کافی است سرویس موتور را در برنامه سرویس ماشینی که آن را راه میبرد یا تجهیزات عمومی کارخانه منظور نمود. اگر خرابی و توقف ماشین ممکن است مشکلاتی را برای سلامتی یا مسایل حفاظتی بوجود آورده، باعث اختلال جدی در تولید شود یا به تجهیزات خسارت وارد آورده و یا اتلاف مهم دیگر را موجب شود، لازم خواهد بود برنامه سرویس در زمانهای کوتاهتری اجرا شود.

omoorepeyman.ir

مهم است که سرویس از روی برنامه انجام شده و مستند باشد. این کارشامل تهیه فرمهایی برای ثبت اطلاعاتی مانند تاریخ بازدید، موارد بازدید شده، کارهای انجام شده روی موتور و وضعیت عمومی موتور است. این اطلاعات ممکن است به شناسایی اشکالات مشخص در کاربردهای معین کمک کرده و به جلوگیری از خرابی و از دست دادن تولید یاری کند. بازدید و سرویس عادی را معمولاً می توان بدون قطع تغذیه یا پیاده کردن موتور انجام داد. این کار شامل اقدامات زیر است :

---

*اخطار: اجزای داخلی یک موتور حتی هنگامی که درحال گردش نیست ممکن است در ولتاژ خط باشد. قبل از اجرای هر گونه سرویس که نتیجه آن ممکن است منجر به تماس با قطعه ای داخلی شود، اطمینان حاصل کنید که همه منابع تغذیه از موتور قطع شده اند .*

* *موتورهایی که از واحد های نیروی یکسو شده استفاده می کنند: کلیه خطوط جریان متناوب را قطع کنید.*
* *موتورهایی که از واحدهای نیروی دوار استفاده می کنند: کلیه خطوط جریان مستقیم و اتصالات میدان را قطع کنید.*

---

۱- با استفاده از مکش خلاء، باد، برس یا کهنه، کثافتها را از روی سیم پیچهای محفظه و مجاری عبور هوا پاک کنید. از وسیله فشار زیاد استفاده نکنید. کثافتی با ضخامت زیاد که سطح بیرونی محفظه را عایق کرده و مجاری را مسدود کند، جریان هوا را کم کرده و سبب گرم شدن موتور می شود. گرما عمر عایقبندی را کم کرده و آخرالامر سبب خرابی موتور می شود. در ماشینهای باز، دمای ورودی و خروجی را با استفاده از ترموکوپل اندازه گیری کنید. تفاوت بین این دو قرائت دما، برای یک بار ثابت یا بدون تغییر، پس از چند دوره بازدید، معنادار می شود. رشد تدریجی دما در طول زمان نشانه لزوم تمیزکاری خواهد بود.

۲- نحوه خروج هوا از مجاری تخلیه را بازرسی کنید. اگر جریان هوا ضعیف یا متغیر باشد، ممکن است مجرای داخلی هوا گرفته شده باشد. در این صورت موتور را باید از سرویس خارج کرده و تمیز نمود. همچنین در مورد محفظه های خنک شونده با بادزن ، بادزنهای جریان متناوب بزرگ را که نوعاً یک جهته هستند، کنترل کنید تا در جهت عکس کار نکنند.

۳- وجود نشانه های خوردگی را کنترل کنید. خوردگی شدید ممکن است نشانه زوال داخلی بوده و یا علامت لزوم تعمیرات خارجی باشد. برای خارج کردن موتوراز سرویس و بازدید کامل و شاید ترمیم آن برنامه ریزی کنید.

۴- جعبه اتصالات موتور را باز کرده، کنترل کنید که آیاعایقبندی خراب یا ترمینالهای دارای خوردگی وجود دارندیا خیر. این کارمخصوصاً در مواردی توصیه میشود که موتور در محیط مرطوب یاخ ورنده کار میکند. تعمیرات

omoorepeyman.ir

لازم راانجام دهید.

## روغنکاری

یاتاقانها را فقط در مواردی که برنامه ریزی شده است روغنکاری کنید. از روغنکاری بیش از حد *خودداری* کنید. وجود گریس بیش از اندازه در اثر بهم خوردن تولید گرما می کند که ممکن است سبب خرابی یاتاقان شود. توصیه های سازنده را برای تعداد گریسکاری و مقدار آن، مراعات کنید.

## گرما ، نوفه (NOISE) و لرزش

محفظه موتور و یاتاقانها را از نظر تولید گرمای بیش از حد یا لرزش، با استفاده ازتجهیزات مناسب کنترل کنید. وجود نوفه های غیرعادی را مورد توجه قرار دهید. همه اینها نشانگر امکان وجود خرابی درسیستم است. منشأ گرما، نوفه یا لرزش را شناسایی و برطرف کنید برای پیش بینی اشکالات و عمر یاتاقانها باید از یادداشتهای دایم که سطح لرزشها را مقایسه کند، استفاده نمود.

## عایقبندی سیم پیچها

اگر در یک مورد، سابقه نشان دهد که بطور دوره ای در سیم پیچها خرابی بروز میکند، وضعیت عایقبندی را بکمک اندازه گیری مقاومت کنترل کنید. این مسئله بویژه در مورد موتورهایی که درمحیط های مرطوب یا خورنده و یا گرم کار می کنند، دارای اهمیت است. آزمونها شامل مگر (Megger)، آزمون ضربه الکتریکی و اندیکس پولاریزاسیون است. آزمون (HI-POT)، یک آزمون مخرب بوده و لذا بطور کلی به عنوان آزمون سرویس عادی، توصیه نمی شود.

**شکل ۷-۱** مجاری هوا ممکن است با کثافت مسدود شوند که نتیجهٔ آن تهویه کمتر برای موتور خواهد بود

omoorepeyman.ir

## ذغالها و کموتاتورها (موتورهای جریان مستقیم)

۱- ذغالها را در حالی که موتور کارمی کند، مشاهده کنید. ذغالها باید بنحوی یکنواخت سوار بر کموتاتور باشند در حالی که جرقه بسیار کم بوده یا اصلاً وجود نداشته و پچ پچ (Chatter) صدای ذغال هم وجود نداشته باشد.

---

*<u>اخطار:</u> اجزای داخلی یک موتور، حتی هنگامی که درحال گردش نیست، ممکن است در ولتاژ خط باشد. قبل از اجرای هرگونه سرویس که نتیجه آن ممکن است منجر به تماس با قطعه ای داخلی شود، اطمینان حاصل کنید که همه منابع تغذیه از موتور قطع شده اند.*

* *موتورهایی که از واحدهای نیروی یکسو شده استفاده می کنند: کلیه خطوط جریان متناوب را قطع کنید.*
* *موتورهایی که از واحدهای نیروی دوار استفاده میکنند : کلیه خطوط جریان مستقیم و اتصالات میدان را قطع کنید.*

---

۲- موتور را از کار بیندازید. اطمینان حاصل کنید که :

الف - ذغالها براحتی در داخل نگهدار خود حرکت می کنند و فشار بر روی هر کدام یکسان است.

ب - سطح تماس هرذغال درکل سطح آن صیقل می باشد که علامت نشستن خوب آن است.

ج - کموتاتور تمیز، صاف و در سطح تماس با ذغالها، دارای سطحی صیقلی به رنگ قهوه ای است.

***یادآوری:*** هر یک از ذغالها را در نگهدار قبلی آن قراردهید. تعویض ذغالها قابلیت کموتاسیون را کم می کند.

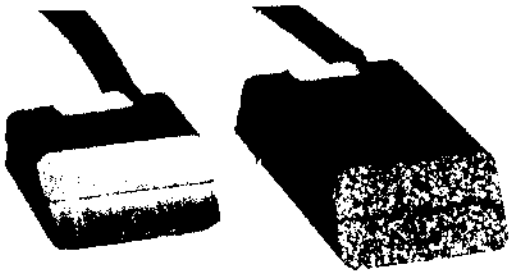
د - کموتاتور شیارپیدا نکرده است (شیارهای کوچکی دراطراف محیط کموتاتور).اگرشیارتشکیل شده باشد، موتوررابرای رفع این اشکال برنامه ریزی وآماده کنید:این مسئله ممکن است منجربهاشکالات جدی شود.

۳- اگر دلیلی وجود داشته باشد که ذغالها تا تاریخ بازدید بعدی موتور دوام نخواهند آورد، آنها را تعویض کنید. ذغالها باید بصورت کامل تعویض شوند. سطح ذغال را فقط با استفاده از کاغذ سنباده (SAND PAPER) با سطح کموتاتور تنظیم کنید. از کاغذ سنباده امری (EMERY) استفاده نکنید. نشاندن نهایی ذغالها ممکن است با استفاده از سنگ نرم مخصوص نشاندن ذغال انجام شود.

۴- هر گونه مواد خارجی جمع شده درشیارهای بین نوارهای کموتاتور، نگهداری ذغالها و ستونهای آن را پاک کنید فقط از هوای فشرده تمیز و خشک استفاده کنید.

۵- وجود جرقه، پچ پچ ، ساییدگی بیش از حد یا لب پریدگی و شکستگی در ذغالها، یا کموتاتورهای ناصاف و کثیف همگی نشانگر این است که موتور احتیاج به سرویس فوری دارد.

omoorepeyman.ir



**شکل ۸-۱** یک ذغال ساییده شده (چپ ) و یک ذغال نو.

## ذغالها و حلقه های کلکتور (موتورهای سنکرون)

۱- هر گونه لکهٔ سیاه را با مالیدن آهسته کاغذ سنباده نرم، از روی کلکتورها پاک کنید. اگر این لکه ها زدوده نشوند فرو رفتگی هایی در سطح کلکتور بوجود خواهند آمد که رفع آنها احتیاج به سنگ زنی مجدد خواهد داشت.

۲- نقش ذغال بر روی کلکتور را که نشانهٔ تشکیل جرقه است و یکنواخت بودن سائیدگی حلقه کلکتور را کنترل کنید. در صورت وجود هر یک از این علایم موتور را از سرویس خارج کرده تعمیر کنید.

۳- ذغالهای حلقه های کلکتور را تحت شرایطی که قبلاً در بخش **ذغالها و کموتاتورها** شرح داده شده است، کنترل کنید. توجه کنید که این ذغالها احتمالاً به سرعت ذغالهای کموتاتور جریان مستقیم ساییده نمی شوند.

## روغنکاری یاتاقانها

روغنکاری طبق توصیه سازنده، احتمالاً عمر بهینه یاتاقانها را تضمین خواهد کرد . قبل از اقدام به روغنکاری، تجهیزات روغنکاری و فیتینگهای آنرا بطور کامل پاک کنید. کثافتی که حین روغنکاری داخل یاتاقان شود احتمالاً بیش از هنگامی که روغنکاری وجودنداشته باشد، تولید خرابی خواهد کرد. فقط از گریس تمیز و تازه ای که داخل ظرفی پاک قرار دارد، استفاده کنید و طوری با آن رفتارکنید که آلوده نشود.

گریسکاری بیش از اندازه ممکن است سبب بهم خوردن گریس شود که نتیجه آن بالا رفتن دمای یاتاقان، جدا شدن روغن از گریس و کوتاه شدن عمر یاتاقان است. گریس بیش از اندازه ممکن است راه خود را به داخل موتور پیدا کرده و در آنجا کثافت را به خود جذب نموده و باعث از بین رفتن عایقکاری شود.

*روغنکاری یاتاقان بوشی* - طبق یک قاعده کلی، موتورهای کوچک زیر یک اسب که مجهز به سیستم روغنکاری کاسه نمد (فتیله ای) هستند، باید پس از هر۲۰۰۰ ساعت کار یا حداقل یکبار در سال روغنکاری شوند.

omoorepeyman.ir

محیطهای کثیف، نمناک یا خورنده یا بار سنگین موتور، ممکن است انجام روغنکاری در فواصل ۳- ماهه یا کوتاهتر را ایجاب کند. توصیه های سازنده را از نظر مقدار، فاصله زمانی و نوع روغن رعایت کنید.

**شکل ۹-۱** روغنکاری بیش از حد ممکن است موجب اضافه دمای یاتاقانها شده یا داخل موتور را آلوده کند.

بسیاری از موتورهای بزرگ دارای مخازن روغن می باشند که در اغلب موارد مجهزبه درجه روغن قابل رویت، برای کنترل مقدار روغن هستند. تا هنگامی که روغن پاک بوده و رنگ آن نیز روشن باشد، تنها کاری که باید انجام شود، پر نگهداشتن مخزن روغن تا ارتفاع مشخص شده با روغنی است که سازنده توصیه نموده است . مخزن روغن را نباید بیش از حد تعیین شده پر نمود.

اگر روغن رنگ پریده، کثیف یا حاوی آب باشد، درپوش تخلیه روغن را باز و آنرا تخلیه کنید. یاتاقان را با حلال تمیزی آنقدر شستشو دهید تا حلال، کاملاً پاک از یاتاقان خارج شود. درپوش را با وسیله آب بندی پوشش داده و در جای خود محکم کنید و مخزن را تا علامت مربوط با روغن پر کنید.

اگر روغن زود به زود کمرنگ، یا به نحوی غیرعادی رنگ آن تاریک شود، توصیه می شود یاتاقان را پیاده کرده و اجزای آن را بازبینی کنید. از عواملی که ممکن است سبب تاریکی رنگ روغن شود عبارتند از:

۱- ساییده شدن یا ذوب شدن طبقه بابیت به علت لیسه زدن نادرست ، کثافت ، گرما یا لرزش.

۲- وارد شدن فشار از شانه محور به صفحه انتهایی یاتاقان در اثر هم محور کردن ناصحیح موتور با تجهیزاتی که آنرا می چرخاند، فاصله های آزاد نادرست محوردرداخل موتور، و مواج بودن سرآزاد محور.

omoorepeyman.ir

۳- ساییده شدن حلقه های روغنکاری به محفظه مخزن .

۴- آببندی نادرست یا ناکافی سطوح پیچ شدهٔ محفظه یاتاقان. این ممکن است باعث کشیده شدن هوای آلوده به مخزن روغن شود.

هنگامی که موتورها پیاده شده باشند، محفظه آنها را با حلالی بشویید. هرگونه لایی های مستعمل را دور بریزید. یاتاقانهایی را که بیش از حد ساییده شده اند تعویض کنید. محور و سطح یاتاقانها را با لایه ای از روغن بپوشانید وسپس آنها راسوار کنید. مطمئن شوید که یاتاقانهای نو بنحوی صحیح لیسه خورده و درست خورانده شده اند.

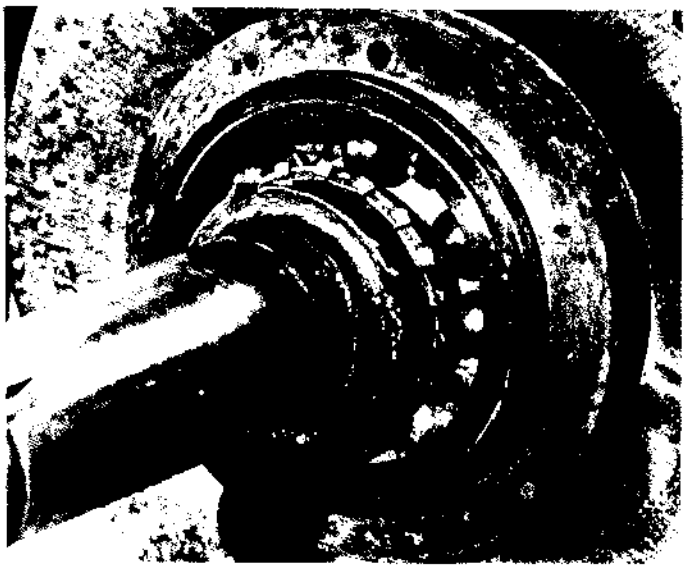
*گریسکاری یاتاقانهای ساچمه ای و استوانه ای* - زمان تجدید گریسکاری عادی یاتاقانهای ساچمه ای و استوانه ای با اندازه موتور و سختی کاری که انجام می دهند، کوتاهتر می شود. برنامه واقعی باید توسط استفاده کننده، با در نظر گرفتن شرایط خاص آن مشخص شود.

قبل از گریسکاری برنامه ریزی شده، باید درپوشهای ورودی و تخلیه باز شده باشند. گریس را با استفاده از ممه های مناسب وتفنگ گریسکاری استاندارد باوارد آوردن فشارسبک به داخل محفظه پمپ کنید . دستورالعملهای روغنکاری سازنده را برای هر ماشین مراعات کنید.

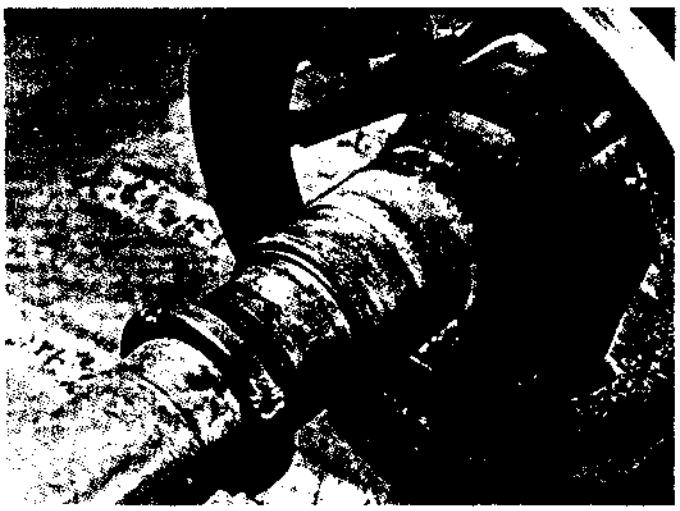
در صورتی که یاتاقانها حتی پس از رفع اضافه بارهای آنها گرم و پر سر و صدا باقی بمانند، موتوررا از سرویس خارج کنید. محفظه یاتاقانها را با حلالی مناسب شستشو دهید. یاتاقانها را سوار کرده و آببندی کنید و پس از سوار کردن موتور، حفره گریس را پر کنید.

**شکل ۱۰-۱** تجمع کثافات و گریس در نتیجه گریسکاری بیش از اندازه

omoorepeyman.ir



**شکل ۱۱-۱** یاتاقانهای داغ شده و خط خطی شده در نتیجه کمبود روغنکاری



**شکل ۱۲-۱** خط خطی شدن نشیمنگاه یاتاقان محور در اثر داغ شدن بار یاتاقان طبق شکل ۱۱-۱

هرگاه موتورها را برای سرویس پیاده کردید ، محفظه یاتاقانهای آنها را کنترل کنید. هرگونه گریس قدیمی را پاک کنید. اگر نشانه ای از آلودگی یا تجزیه گریس وجود داشته باشد ، سیستم یاتاقان را مشابه پاراگراف قبلی تمیز و آببندی کنید. باز هم مطمئن شوید که راههای ورودی و خروجی، پاک و عاری از کثافت و تراشه ها باشند.

omoorepeyman.ir

## گرما ، نوفه (NOISE) و لرزش

*گرما*

گرمای بیش ازحد هم ایجاد خرابی در موتور کرده و هم اینکه نشانه وجود عیوب دیگر درموتور می باشد. خرابی اصلی در اثر دمای بیش از حد و تسریع در پیرشدگی عایقبندی است. گرمای بیش از مقدار اسمی مربوط به عایقبندی، عمر سیم پیچی را کوتاه خواهد کرد. یک قاعده کلی تقریبی اشعار میدارد که ازدیاد هر ۱۰°C (۵۰°F)، عمر عایقبندی را نسبت به مقدار طراحی شده آن نصف می کند. گرمای بیش ازحد به دلایلی که در زیر گروه بندی شده اند حاصل می شود:

۱- *استفاده نابجا* - موتور ممکن است برای بارمورد نظر کوچک باشد یا اینکه مشخصه گشتاور راه اندازی آن درست نباشد. این ممکن است دراثر انتخاب بد یا تغییر درخواسته های بار آن بوجود آمده باشد.

۲- *تهویه ناکافی* - کثافات جمع شده یا محل استقرار نامناسب موتور ممکن است مانع جریان آزاد هوا در اطراف آن شود. این ممکن است در اثر استفاده موتور از هوایی که منبع دیگری آن را گرم کرده باشد، نیز بوجود آید. کثافت یا خرابی موجود در داخل موتور ممکن است مانع جریان درست هوا در همه قسمتهای آن شود. کثافت جمع شده روی بدنه موتور ممکن است مانع انتقال گرما به هوای خنکتر محیط شود.

۳- *اضافه بار در ماشینی که موتور آن را راه می برد* - بارهای زیادی یا گیرهایی در بار ماشین مورد استفاده، ممکن است سبب شود که موتور مجبور به تولید گشتاوری بزرگترشده، جریان بیشتری مصرف کرده واضافه دما پیدا کند.

۴- *اصطکاک بیش ازحد* - نامیزانی، یاتاقانهای معیوب و اشکالات دیگری در ماشین وصل شده به موتور، مدار توزیع یا خود موتور، گشتاور لازم برای گرداندن بار را بیشتر کرده و دمای کار موتور را زیاد می کند.

۵- *اضافه بارالکتریکی* - خرابی الکتریکی در یک سیم پیچ یا اشکال در اتصالات موتور، ممکن است باعث بالا رفتن دمای سیم پیچهای دیگر یا کل موتور شود.

۶- *ولتاژ نادرست منبع تغذیه* - ولتاژ بیش از حد ممکن است ایجاد افت مغناطیسی در موتور کند و ولتاژ ناکافی باعث می شود که در زیربار، جریان اضافی مصرف شده و در نتیجه افت اهمی بیشتر شود.

از علل دیگری که ولتاژ کمتر را در روی ترمینالهای موتور سبب می شود، هادیهای طولانی تغذیه ، هادیهای با سطح مقطع ناکافی ، اتصالات الکتریکی ضعیف و کنتاکتهای معیوب در راه انداز است.

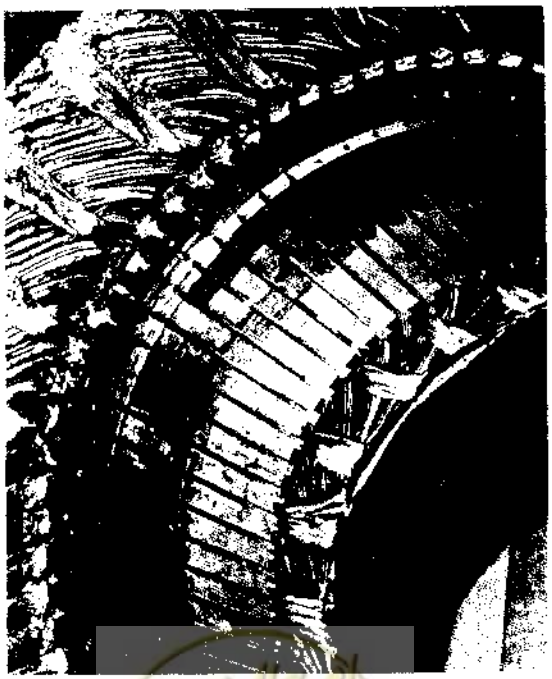
*نوفه (NOISE) ولرزش*

معمولاً نوفه خود سبب خرابی نمی شود ولی علامت وجود اشکال در موتور است. نوفه معمولاً با لرزش همراه است که می تواند به چند طریق ایجاد خرابی کند.

omoorepeyman.ir

لرزش منجربه شل شدن سیم پیچها و وارد آمدن خسارت مکانیکی به عایقبندی بصورت ترک، پوسته شدن و سائیدگی می شود. شکننده شدن یا پوسته کردن سیمهای ورودی در اثر حرکتهای بیش از حد، از یک طرف و پیدا شدن جرقه های کموتاتور از طرف دیگر، در نتیجه لرزش بروز میکنند. سرانجام اینکه، لرزش ممکن است در نتیجه سخت شدن (BRINNEL) ساچمه ها باعث ایجاد خرابی در یاتاقانها بشود. در مورد یاتاقانهای استوانه ای، این خرابی ممکن است به صورت تغییر شکل در اثر ضربه های وارده یا شل شدن پوسته یاتاقان ظاهر شود.

**شکل ۱۳-۱** خسارت وارده به روتور در اثر بروز نقص در یاتاقان

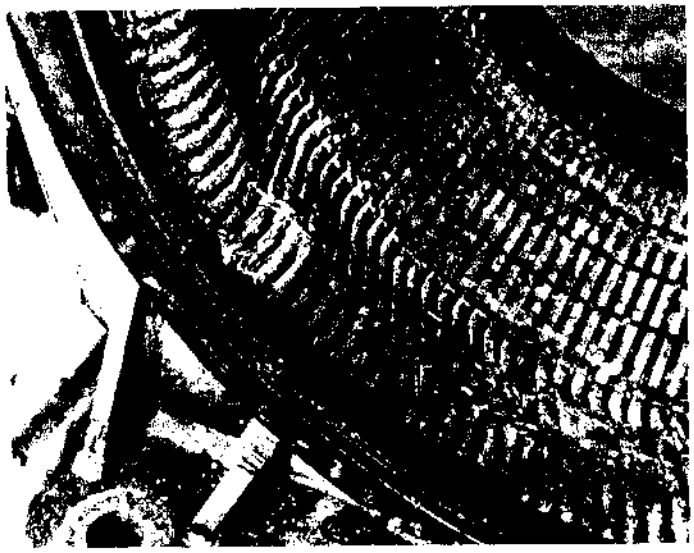


**شکل ۱۴-۱**استاتور خط خطی شده در نتیجه بروز نقص در یاتاقان

omoorepeyman.ir

هر گاه در هنگام کار یک موتور، نوفه یا لرزش بروز کند، منبع آن باید به سرعت مشخص و علت آن رفع شود. چیزی که منبع ظاهری نوفه یا لرزش به نظرآید ممکن است دراصل نشانه یک علت مخفی باشد به این دلیل در اغلب موارد یک بازبینی اساسی لازم خواهد بود.

نوفه و لرزش ممکن است به سبب هم محور نبودن موتور و ماشینی که آنرا به کار می اندازد، بروز کند و یا از ماشین یا جعبه دنده انتقال نیرو به موتور منتقل شود. اینها ممکن است نتیجهٔ عدم تعادل الکتریکی یا مکانیکی خود موتور نیز باشند.



**شکل ۱۵-۱** نتیجه تجمع آلودگی در یک موتور ممکن است طبق این شکل منجر به سوختن سیم پیچ شود

پس از کنترل هم محوری موتور و ماشین مربوط به آن، موتور را از ماشین جدا کنید. حال اگر موتور چه هنگام وصل بودن به منبع نیرو و چه در هنگام خلاصی روان کار کند، منشأ نوفه یا لرزش را در ماشین متصل به موتور جستجو کنید.

اگر موتور جداشده از ماشین، باز هم دچار لرزش باشد، منبع نیرو را از موتور قطع کنید. اگر لرزش قطع شود، دنبال عدم تعادل الکتریکی باشید و اگر موتور در حالی که خلاص می گردد به لرزش ادامه دهد ، دنبال عدم تعادل مکانیکی باشید.

عدم تعادل الکتریکی هنگامی پیش می آید که جاذبه الکتریکی بین استاتور و روتور درپیرامون موتور یکسان نباشد. این امر سبب تغییر شکل و انحراف محور در هنگام دوران شده و منجر به عدم تعادل مکانیکی می شود. معمولاً

omoorepeyman.ir

عدم تعادل الکتریکی، علامت وجود یک عیب الکتریکی مانند یک سیم پیچ استاتور یا روتور باز، یک میله یا حلقه باز در موتورهای قفس سنجابی یا اتصال کوتاه در سیم پیچ میدان الکتریکی در موتورهای سنکرون است. همینطور یک فاصله هوایی نامیزان که معمولاً نتیجه سائیدگی بیش از حد در یاتاقانهای بوشی است، تولید عدم تعادل الکتریکی میکند.

علل اصلی عدم تعادل مکانیکی شامل اعوجاجهای ناشی از نصب نادرست، محور کج، روتوری که خوب بالانس نشده، وجود اجزای شل روی روتور یا وجود یاتاقانهای معیوب است. نوفه ممکن است در اثر ضربات وارده از بادزن به بدنه موتور، محفظه بادزن یا وارد شدن اجسام خارجی در محفظه بادزن نیز حاصل شود. اگر یاتاقانها به نشانه نوفه زیاده از حدی که از آنها خارج می شود معیوب باشند، علت را مشخص کنید.

پچ پچ تولید شده دردغالها ، نوفه ای است که می تواند از لرزش یا علل دیگری که مربوط به لرزش نیست، حاصل شود.

در سالهای اخیر علم تجزیه و تحلیل لرزش به پیشرفتهای بزرگی نایل شده است . امروزه سازندگان لوازم تحلیل گر مرغوب بسیاری وجود دارند که از تجهیزات مختلف، از قبیل دستگاه اندازه گیری دستی ساده تا «تحلیل گر در زمان واقعی» (REAL - TIME ANALYZER) یا دستگاه ترسیم XY برای اسکن فرکانسها و غیره، تشکیل شده اند.

لرزش برحسب MIL (پیک تا پیک)، اینچ بر ثانیه و «G» اندازه گیری می شود. استفاده از این دستگاهها احتیاج به مدتی کارآموزی و مهارت دارد. مهمترین چیز، یادگیری تفسیر صحیح اطلاعات بدست آمده است. در هر حال تهیه و نگهداری سوابق مربوط به موتورها در طول زمان ، بسیار پر معنا خواهد بود.

تغییر در دامنه لرزش یا فرکانس مخصوص آن، خرابی را قبل از وقوع آن پیشگویی می کند. توصیه می شود که با سازنده موتور و سازندگان معتبر لوازم اندازه گیری لرزش و وسایل تجزیه و تحلیل برای اخذ راهنمایی دقیق مشورت شود.

**سیمپیچها**

*نگهداری از سیم پیچها و عایقبندی* - معمولاً دربازدیدهای عادی ، موتور را برای بازدید سیم پیچها باز یا پیاده نمی کنند مگر اینکه موتور مورد نظر، یک موتور گران قیمت پرتوان باشد. بنابراین، برای تامین عمری طولانی برای موتور، لازم است که محفظه ای مناسب برای آن انتخاب شود، به نحوی که سیم پیچهارا در برابر کثافت بیش از حد، ساینده ها، رطوبت ، روغن ومواد شیمیایی حفاظت کند .

آزمونهای عادی می تواند عایقبندی در حال زوال را مشخص کند که مخصوصاً در بهره برداریهای سخت یا مواردی که سابقهٔ بروز خرابی در سیم پیچ داشته اند، بسیار مفید است. اینگونه موتورها را باید از سرویس خارج و قبل از اینکه خرابی پیش بینی نشده ای موجب اخلال در تولید شود، تعمیر نمود.

omoorepeyman.ir

مقاومت عایقبندی یک سیم پیچ بسته به دما، رطوبت در داخل سیم پیچ یا در روی آن ، تمیزی ، عمر ، مقدار ولتاژ آزمون و زمان برقراری آن متغیر خواهد بود. بهترین روش برای انجام این آزمونها استاندارد IEEE 43 در«راهنمای توصیه شده برای آزمون مقاومت عایقبندی ماشینهای دورانی» است.

[Recommended Guide for Testing Insulation Resistance of Rotating Machinery]

مقدار استاندارد مقاومت عایقبندی ، مقدار حداقلی است که سیم پیچ باید پس از پاک کردن و خشک کردن داشته باشد.

نسبت مقاومت عایقبندی که از اعمال ولتاژ ۱۰ دقیقه ای و ولتاژ ۱ دقیقه ای بدست می آید ، شاخص یااندیکس پلاریزاسیون (PI ) می باشد. از اندیکس پلاریزسیون برای تعیین زمانی که سیم پیچ بطور کامل خشک شده باشد یا تعیین وضعیت سیم پیچها، وقتی اطلاعات دیگری در دست نباشد، استفاده میشود. مقدار PI برای سیم پیچهای استاتور موتور جریان متناوت ، هنگامی که تمیز و خشک باشد ، معمولاً ۱،۵ یا بیشتر برای سیم پیچهای طبقه A و ۲،۵ یا بیشتر برای سیم پیچها طبقه B است.

نگهداری سیم پیچها در وضعیتی خشک ، بازدهی عایقبندی را بهتر خواهد کرد. اگر موتور در معرض رطوبت قرار گرفته باشد ، باید آنرا یا با روش جریان مستقیم و یا با روش گرمای خارجی ، کاملاً خشک کرد. صرفنظر از روش مورد استفاده، سیم پیچها نباید بیش از ۹۰°C (۱۹۴° F)، در صورت اندازه گیری با روش مقاومت، و۷۵°C (۱۶۷°F) در صورت اندازه گیری با روش دماسنج، حرارت ببینند.

روش جریان مستقیم در حالی اجرا میشود که موتور ساکن است. در این روش از یک منبع تغذیه مستقیم با ولتاژ کم و جریانی زیاد برای خشکاندن سیم پیچهای آرمیچر استفاده می شود . ترمینالهای آرمیچر ممکن است به صورت سری یا موازی و یا ترکیبی از آنها وصل شده باشند.

در روش منبع گرمای خارجی، از یک کوره که ترجیحاً مجهز به هوای در گردش بوده و دمای آن از ۸۵°C (۱۸۵°F) تجاوز نکند، استفاده می شود. این کار تا وقتی ادامه می یابد که مقاومت عایقبندی عملاً مقداری ثابت شود. هر وقت که موتور برای انجام تعمیرات پیاده شد ، رسیدگی به سیم پیچها باید به قرار زیرانجام شود :

۱- کثافت جمع شده جلوی تهویه صحیح را میگیرد و میتواند رطوبت و دیگر آلوده کننده ها را که ممکن است به سیمپیچ آسیب رساند نیز به خود جذب کند. کثافتها را از روی سیمپیچهاو کانالهای داخلی دیگر واکیوم کنید.از هوای با فشار زیاد استفاده نکنید زیرا این عمل ممکن است کثافات را به داخل عایقبندی رانده و به سیمپیچهاآسیب برساند.

۲- اگر کارگاه تعمیر موتور در دسترس باشد، سیم پیچها را میتوان با استفاده از بخار یا شستشو با شوینده های حلال مناسب پاک کرد. در این مورد هم باید مواظبت نمود تا از رانده شدن آلاینده ها به عمق بیشتری در داخل فضاهای خالی وچاکهای عایقبندی جلوگیری شود. سیم پیچهایی که با این روش پاک می شوند باید در کوره ای مجهز به دمنده

omoorepeyman.ir

برای گردش هوا ، حداقل به مدت ۸ ساعت در دمای ۱۲۱ °C (۲۵۰ °F) خشک شوند. پس از اینکه سیم پیچها بطور کامل پاک و خشک شدند، می توان آنها را با نوعی پلی استر یا اپوکسی دوباره وارنیش کرد . این وارنیشها باید به مدت ۶ تا ۸ ساعت در دمای حدود۱۴۸ °C تا ۱۵۷ °C (۳۰۰ °F تا ۳۱۵ °F) پخته شوند.

۳- غبارهای ساینده ای که به داخل موتور کشیده می شوند، می توانند نوکهای سیم پیچها را ساییده و عایقبندی را بزدایند. اگر این گونه ساییدگیها یافت شوند، لازم است سیم پیچها دوباره وارنیش شده و یا تعویض شوند.

۴- رطوبت باعث کاهش ایستادگی دی الکتریک عایقبندی میشود که نتیجه آن اتصال کوتاه است. اگر داخل موتور مرطوب باشد، موتور را طبق اطلاعاتی که بعدها در این فصل و در بخش *«تمیزکاری و خشکاندن»* گفته خواهد شد، خشک کنید.

۵- هر گونه روغن یا گریس را از داخل موتور بشویید. در استفاده از حلالهایی که ممکن است عایقبندی را مورد حمله قرار دهند، دقت کنید.

۶- اگر عایقبندی شکننده، بیش از حد گرما دیده یا ترک خورده بنظر آید ، موتور باید تجدید وارنیش شود و در موارد بسیار شدید تجدید سیم پیچی شود.

۷- سیم پیچها و سرسیمهای شل می توانند در میدان مغناطیسی متغیر یا در اثر لرزش حرکت کرده و سبب ساییده شدن عایقبندی شده، ترک خورده یانخ نما شود. اشکالات کوچک از این نوع را می توان با تجدید وارنیش و تجدید نخبندی رفع کرد. اگر وضعیت سیم پیچها خیلی شل باشد، موتور باید تجدید سیم پیچی شود.

۸- اتصالات سیمها به سیم پیچها را از نظر اضافه داغ شدن و خورده شدن کنترل کنید. معمولاً این اتصالات در موتورهای بزرگ در معرض دید قرار دارند ولی در موتورهای کوچک نوارپیچی شده می باشند. درصورت نیاز تعمیرات لازم را انجام دهید.

۹- سیم پیچهای روتورهای سیم پیچ دار را مشابه سیم پیچهای استاتور کنترل کنید. نظر به اینکه سیم پیچهای روتور باید در برابر نیروهای گریز از مرکز ایستادگی کنند، فشردگی و استحکام بیشتر آنها اهمیت پیدا می کند . علاوه بر این قطعات قطبها و اجزای دیگر را که شل و ول بودن آنها اشکالات عدم تعادل را بوجود می آورد، کنترل کنید.

۱۰- شمشها و حلقه های ریختگی موتورهای قفس سنجابی ندرتاً احتیاج به سرویس پیدا می کنند در هر حال، اگر این اجزا قطع یا شل باشند، عدم تعادل الکتریکی بوجود می آورد که مقدار آن با تعداد شمشهای شکسته شده افزایش می یابد. یک حلقه انتهایی باز، لرزش و نوفه شدیدی را تولید میکند.

اشکالات مربوط به مدارهای باز (شمشهای قطع) یا نقاط اتصال با مقاومتی زیاد بین شمشها و حلقه های انتهایی، به صورت افت در گشتاور، لغزش بیشتر در زیر بار، ازدیاد دما و نوفه ظاهر می شود.

شمشهای قطع شده روتورها را ندرتاً می توان به چشم دید ولی وجود قطعی ها را می توان با استفاده از ۱۰

omoorepeyman.ir

تا ۲۵ درصد از ولتاژ بین فاز و خنثی که به استاتور وصل می شود، کنترل نمود. به این ترتیب که، یک آمپرمتر در یکی از فازها نصب و روتور به آهستگی بادست چرخانده می شود. یک تغییر قابل ملاحظه در جریان آمپرمتر در نتیجه تغییر وضع روتور، نشانگر وجود عیبی در قفس روتور است . صدایی شبیه به تپش، در ارتباط با لغزش زیاد درزیربار، اولین دلیل وجود عیب بوده و نشانگر لزوم تعویض روتور است.

ساختار روتور بسیاری از موتورهای القایی بزرگ با مقاومت زیاد، قفسی است که شمشهای آن به حلقه های انتهایی ، لحیم سخت (BRAZED) شده اند . معمولاً ترک در شمشهای یک روتور یا قفس لحیم شده ای که شمشهای آن بین هسته آهنی و حلقه های انتهایی امتداد دارند را می توان به چشم دید. وجود اشکال دراتصالات لحیم دار ، به صورت گرما دیدگی متمرکز ظاهر می شود که نتیجه آن بروز رنگ پریدگی است. شمشهای ترک خورده باید بوسیله کارگاهی معتبر تعویض شوند.

در روتورهای ریختگی، اگر شمشهای ترک خورد، روتور در محل اتصال شمشها و حلقه های انتهایی قابل رویت باشند، روتور را تعویض کنید.

تعویض یا لحیمکاری شمشهای شکسته در موتورهای قفس سنجابی باید فقط بوسیله افراد متخصص و صالح انجام شود.

*آزمایش سیم پیچی ها-* آزمایش عادی محلی سیم پیچها، می تواند عایقبندی درحال زوال راکشف کرده و اجازه دهد قبل از اینکه خرابی موتور موجب ایجاد وقفه در کار شود، نسبت به انجام تعمیرات برنامه ریزی شده اقدام گردد. این روشی است پسندیده، مخصوصاً برای کاربردهایی با شرایط سخت یا با سابقه بروز خرابی در سیم پیچها و همینطور برای موتورهای گرانقیمت با توان بالا و محیطهایی که ممکن است ایجاد مسایل بهداشتی و ایمنی کرده و یا تلفات مالی زیادی را بوجود آورند.

ساده ترین آزمایش محلی که از وقوع بیشتر خرابیها پیشگیری می کند ، آزمون عایقبندی نسبت به زمین یا آزمون مگر (MEGGER) است . دراین آزمون ولتاژ جریان مستقیم که معمولاً ۵۰۰ ، ۱۰۰۰ یا ۲۵۰۰ ولت است، به موتور اعمال شده و مقاومت عایقبندی اندازه گیری می شود.

استاندارد NEMA ملزم می نماید که حداقل مقاومت در دمای محیط ۴۰ °C (۱۰۴ °F) ، ۱ مگا اهم برای هر کیلو ولت بعلاوه ۱ مگااهم باشد . موتورهای دارای اندازه متوسط که در وضع خوبی هستند معمولاً دارای مقاومتی بیش از ۵۰ مگا اهم خواهند بود. اندازه گیریهای کمتر ممکن است نشانه افت شدید در وضع عایقبندی باشد که در نتیجه آلودگی به رطوبت، روغن یا کثافتهای هادی پیش آمده و یا نشانه زوال در اثر پیری یا گرمای بیش ازحد باشد.

تنها یک قرائت با «مگر» برای یک موتور کافی نیست، بلکه یک منحنی که نتیجه ثبت چندین قرائت است، درحالی که موتور سرد یا گرم است و تاریخ اندازه گیری هم ذکر شده است، نشانگر سرعت زوال خواهد بود . این

omoorepeyman.ir

منحنی اطلاعاتی را ارائه می دهد که از روی آن ، نسبت به اینکه موتور را می توان با اطمینان تا بازدید برنامه ریزی شده بعدی در سرویس باقی گذاشت ، تصمیم گیری نمود.

آزمون با «مگر»، نمایانگر وضعیت مقاومت کلی نسبت به بدنه یا زمین است ولی اندازه گیری برای تعیین وضعیت عایقبندی حلقه به حلقه را انجام نمی دهد و نمی تواند ضعفهای محلی را مشخص کند. علاوه برآن ، پیک های ولتاژ کار، ممکن است عایقبندی را شدیدتر از ولتاژ «مگر» تحت فشار قرار دهد. برای مثال ، ولتاژ جریان مستقیم یک مگر۵۰۰ ولتی کمتر از ولتاژ عادی پیک ۶۲۵ ولت در هر نیم پریود است که بر روی موتور جریان متناوب درسیستم ۴۶۰ ولت اعمال می شود . تجربه و شرایط کار، ممکن است لزوم انجام آزمونهای عادی اضافی را مشخص کند. آزمونی که از آن برای پی بردن به وجود مرز ایمنی (SAFETY MARGIN) بالاتر از ولتاژ کار استفاده می شود، عبارت است از آزمون عایقبندی نسبت به بدنه با ولتاژ فشار قوی جریان متناوب. از این آزمون هرگز نباید استفاده شود مگر آنکه قبلاً قرائتی با «مگر» که نتیجه آن بقدر کافی زیاد بوده است ، (ترجیحاً بینهایت) بدست آمده باشد . برای موتورهای نو، IEEE 95 ولتاژ فشارقوی را بترتیب زیر مشخص می کند:

ولتاژآزمون = ۱۰۰۰ + ۲ × ولتاژ نامی

در مورد موتورهایی که در حال کار هستند ، توصیه می شود که از۶۵ درصد مقدار بالا برای آزمون استفاده شود. این یک آزمون تخریبی است و با وجودی که وضعیت بد عایقبندی را کشف می کند، ولتاژ بالا ممکن است به زمین جرقه زده و سبب سوختن عایقبندی و بدنه شود. آزمون مزبور ممکن است در حین انجام سبب خرابی شود.

**آزمون باید تا حد امکان کمتر تکرار شود.**

**شکل ۱۶-۱** آزمون عایقبندی یک موتور جریان مستقیم با «مگر»

omoorepeyman.ir

آزمونهای فشارقوی جریان مستقیم بتدریج جای آزمونهای فشارقوی جریان متناوب را میگیرند زیرا تجهیزات آن کوچکتر بوده و جریان آزمون ضعیف آن خطر کمتری را برای پرسنل ایجاد کرده و نسبت به جریان متناوب تخریب کمتری راسبب می شود.

---

*اخطار: آزمونهای فشار قوی ، چه جریان مستقیم و چه جریان متناوب ، آزمونهای تخریبی می باشد و بطور کل به عنوان آزمون درحال سرویس ، توصیه نمی شوند.*

---

اندیکس پولاریزاسیون ، روش دیگری است برای اندازه گیری مقاومت عایقبندی نسبت به زمین. معمولاً هر سه فاز با هم اندازه گیری می شوند . آزمون ، از اعمال ولتاژ جریان مستقیم ۵۰۰ ولت واندازه گیری مقاومت نسبت به زمین، به مدت ۱۰ دقیقه تشکیل می شود . خارج قسمت حاصل از تقسیم قرائت مقاومت ۱۰ دقیقه به قرائت مقاومت ۱ دقیقه عدد اندیکسی را بمقدار ۲۰ یا بیشتر نشان دهد تا قابل قبول باشد (IEEE 43).

آزمون ولتاژ ضربه ای ، روشی برای ارزیابی عایقبندی حلقه به حلقه در داخل یک سیم پیچ است. این آزمون، یک آزمون غیرتخریبی است که وجود اتصال در بین حلقه ها و عدم تقارن هایی مانند تعداد درست حلقه ها را در درون یک سیم پیچ مشخص میکند. آزمون، با مقایسه یک سیم پیچ نامعلوم با سیم پیچی با کیفیت مشخص انجام می شود. مقایسه با مشاهده شکل منحنیهای سینوسی میرای یک ولتاژ که به هر یک از سیم پیچهااعمال می شود، بر روی یک اوسیلوسکوپ دارای دو پرتو انجام می شود.

*پاک کردن و خشکاندن سیمپیچها* - اساساً دو روش برای پاک کردن سیم پیچهای موتور وجود دارد . برای سرویس درمحل کار ، بطورکلی توصیه می شود که کثافات و آلودگیها بطور فیزیکی بکمک کشیدن پارچه ، برس کاری و یا دمیدن با هوای فشرده در کمال احتیاط زدوده شوند. تمیز کاری سبک با هوای فشرده و چوب ذرت آسیاب شده (GROUND - UP CORN COB)، در بعضی مواقع بسیار موثر است. خطر اینگونه تمیز کاری، مخصوصاً هنگام استفاده از هوای فشرده، راندن آلوده کننده های هادی به داخل شکافها یا شکستگیهای موجود درعایقبندی است که وضع را از آنچه که بود ، بدتر می کند . به این دلیل از هوای فشرده فقط باید به عنوان پرداخت تکیملی ، بعد از آنکه بیشتر کثافت بطور فیزیکی زدوده شده باشد ، استفاده کرد.

روش دوم مستلزم پاک کردن کثافت و چربی با استفاده از حلال مایع است. درمحل کارموتور ، این عمل به احتمال زیاد، شامل استفاده از یک حلال الکتریکی که هادی برق نیست ، خواهد بود . در مورد استفاده از این گونه حلالها ، توصیه های سازنده را دنبال کنید. یک روش بسیار موثربرای استفاده ازحلالها ، بکارگیری انژکتور یا افشانک آتومایزر مکنده است.فشار هوای ملایم همراه با حلال «پودر» شده ، تمیز کاری موثری راانجام می دهد. در هر حال

omoorepeyman.ir

خطر موجود، راندن آلوده کننده های هادی به نقاطی عمیقتر در داخل سیم پیچها است. همچنین بعضی مواد عایقبندی، مخصوصاً نوار چسبها ، ممکن است مورد حمله قرارگرفته و یا در اثر کار حلال ، نرم شوند. در تعمیرگاههای موتور، تمیزکاری و شستشوی بابخار ، حمامهای چربی زدا وشستشوی کامل ، معمول است. چرخاندن آهسته آرمیچر یک موتور جریان مستقیم درمحلول گرم شوینده ، می تواند روش بسیار موثری برای بیرون کشیدن گرد کربن از اعماق سیم پیچی باشد. بهترین راه تمیز کردن موتورهایی که به علت جریان سیل درآب غوطه وربوده اند ، استفاده از بخار آب کم فشار یا محلول شوینده درآب است. این کار ورقه های گل و خرده آشغالها را خارج می کند.

در همه روشهایی که از مایعات تحت فشار استفاده میکنند از هدف قرار دادن مستقیم سیم پیچها با جریان مایع خودداری کرده و کثافات را با جریانی که تحت زاویه ای نسبت به سطح سیم پیچها است، از آنها دور کنید. این عمل احتمال رانده شدن کثافات را به داخل سیم پیچها تقلیل خواهد داد.

در هر شستشو یا تمیزکاری که در آن از آب استفاده شود، خشکاندن سیم پیچها ضروریست. توصیه میشود خشکاندن سیم پیچها در کوره ای با هوای درگردش با بادزن، به مدت ۸ ساعت دردمای ۱۲۱ °C (۲۵۰°F) انجام شود.

*مواظبت از ذغالها و کموتاتورها* - در اشکالاتی که برای ذغالها و کموتاتورها بوجود می آیند ، عوامل بسیاری دخالت دارند. بطور کل، همه اینها شامل جرقه زدن می باشد و معمولاً با پچ پچ و اغلب با ساییدگی بیش از حد یا لب پریدگی، همراه است . جرقه زدن ممکن است نتیجه وضع نامطلوب کموتاتور باشد و یا خود بوجود آورنده وضعی نامطلوب برای آن باشد.

درجه جرقه زنی باید با بازدید عینی دقیق ، تعیین شود . یافتن چاره ای دراسرع وقت الزام آور است. جرقه زدن معمولاً خود بخود تشدید می شود و با گذشت زمان به جایی می رسد که نتیجه آن بروز خسارتی بزرگ است. لازمه رفع جرقه زنی ، بازبینی کامل موتور و شرایط کار آن است. همیشه، پس از رفع یکی از اشکالات ، جرقه زنی را از نو کنترل کنید تا معلوم شود که رفع اشکال شده است یا خیر. همچنین به خاطر داشته باشید که پس از ساییدن کموتاتور و سوار کردن و جفت کردن مجدد ذغالها، جرقه زنی تا هنگامی که یک فیلم براق قهوه ای رنگ روی کموتاتور تشکیل شود، وجود خواهد داشت. در هنگام جرقه زنی، شرایط خارجی را که روی جرقه زنی تا هنگامی که یک فیلم براق قهوه ای رنگ روی کموتاسیون اثر می گذارند، به حساب آورید . اضافه بارهای مکرر موتور ، لرزش و رطوبت بالا باعث جرقه زدن میشوند. رطوبت بسیار پایین اجازه می دهد که ذغالها، تا حدی که فیلم براق قهوه ای روی سطح کموتاتور تشکیل شود، ساییده شوند. روغن، رنگ، اسید و دیگر بخارهای شیمیایی موجود در جو، ذغالها و سطح کموتاتور را آلوده می کنند.

در جستجوی نقص های بارز در ذغالها و نگهدار آنها باشید:

۱- مطمئن شوید که ذغالهابنحوی صحیح سوارشده، به آزادی درداخل نگهدارهاحرکت کرده وخیلی کوتاه نیستند.

omoorepeyman.ir

۲- فشار فنر ذغالها باید روی همه آنها یکسان باشد.

۳- مطمئن شوید که فشار فنر بیش از حد زیاد یا کم نیست. موتور های بزرگ با فنرهای قابل تنظیم باید با فشاری برابر ۳ تا ۴ پوند بر اینچ مربع از سطح ذغال در تماس با کموتاتور، تنظیم شوند. اگر لازم باشد فشاری بیشتر یا کمتر از فشار توصیه شده انتخاب شود، فشار بیشتر را انتخاب کنید. جرقه زنی به علت فشار کم خیلی بیشتر از بالا رفتن سایدگی در اثر فشار زیاد، زیان آور است.

۴- غباری را که ممکن است بین نگهدار ذغالها و بدنه ایجاد اتصال کوتاه کند، تمیز کنید.

۵- اتصالات هادیهای نگهدار ذغالها را کنترل کنید. اتصالات شل تولید اضافه دما می کنند.

در جستجوی هر گونه اشکال بارز در کموتاتور باشید:

۱- وضعی غیر از سطح صیقل قهوه ای در زیر ذغالها ممکن است حاکی از وجود اشکال باشد. نتیجهٔ جرقه های شدید، سطحی زبر و سیاه است. فیلمی از روغن، رنگ پخش شده، آلودگی شیمیایی و دیگر شرایط غیرعادی، ممکن است ایجاد سطحی سیاه یا رنگ پریده و جرقه کند. پیدا شدن خطوط یا شیارهای زیر بعضی از ذغالها یا نقاط مسطح و سوخته ممکن است در اثر عدم هماهنگی بار پیش آید کموتاتورهای، شیاردار را باید طبق برنامه ای از سرویس خارج نمود. ظاهری برنجین نشانه تشکیل ضعیف فیلم روی سطح است و ممکن است حاصل کمی رطوبت یا درجه ذغال نادرست یا تولید بار کم به مدتی دراز باشد.

۲- میکای بلند یا تسمه های بلند یا کوتاه کموتاتور ، سبب جهش ذغالها می شود که نتیجه آن جرقه زدن است.

۳- گرد کربن ، براده مس و غبارهای هادی دیگر که در شکافهای بین تسمه های کموتاتور قرار گرفته، سبب بروز اتصالی و در بعضی موارد زدن جرقه بین تسمه ها می شود.

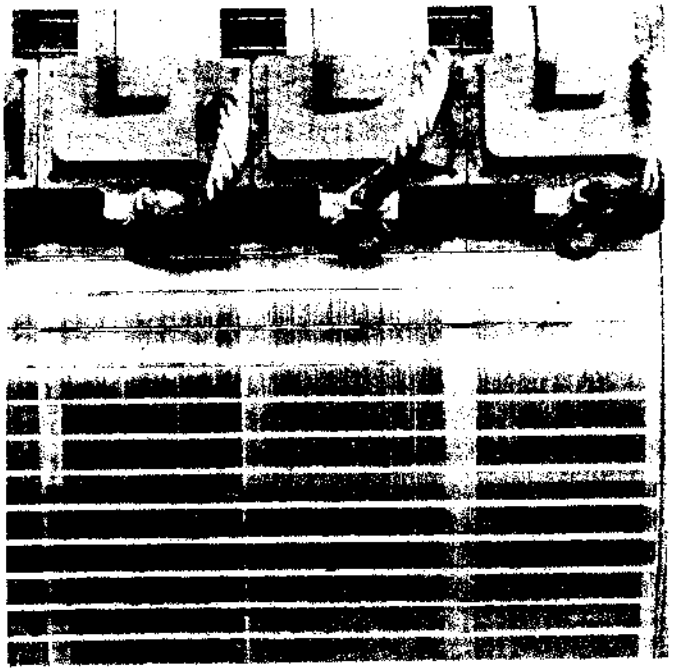
اگر پس از رفع اشکالات بارز،زدن جرقه یانوفه ازبین نرفت،دنبال احتمالاتی باشید که کمتر درمعرض دید هستند:

۱- اگر ذغالها قبل از ظاهر شدن اشکال تعویض شده باشند، درجه ذغال را کنترل کنید. ذغالهای ضعیف ممکن است لب پر شوند. ذغالهای نرم ممکن است اجازه دهند فیلمی کلفت تشکیل شود . ذغالهای با اصطکاک زیاد یا سایدگی زیاد فیلم قهوه ای را سایده و تولید سطحی برنجین می کنند.اگر اشکال تنها زیر یک یا چند ذغال بروز کند، ممکن است ذغالهایی با دو درجه مختلف نصب شده باشند. بطورکلی فقط از ذغالهای توصیه شده توسط سازنده یا متخصص قابل اطمینان ذغال استفاده کنید.

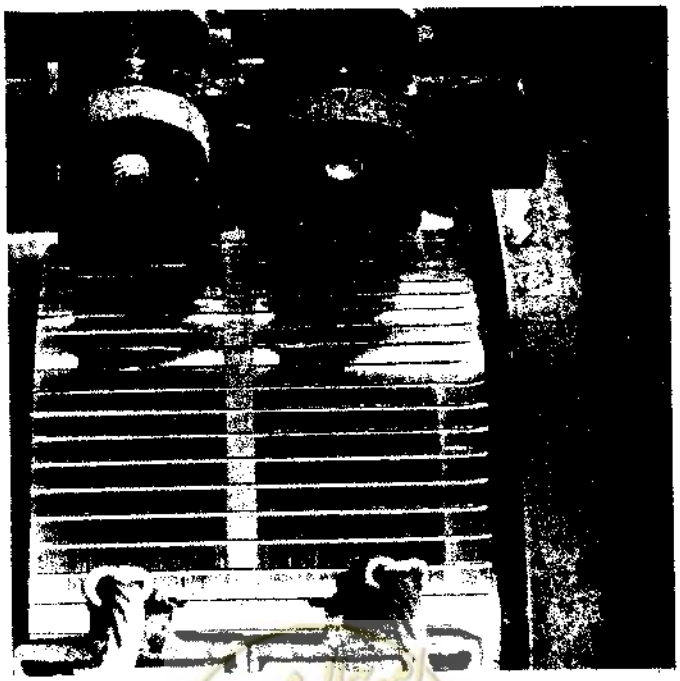
۲- نگهدار ذغالها ممکن است پس از سرویس درست سوار نشده باشد. اگر فاصله نگهدارها از کموتاتور بیش از $^{1}/_{8}$ اینچ باشد ، ذغالها ممکن است به پچ پچ افتاده و یا لب پر شوند. تنظیم نگهدار ذغالها در خارج از نقطه خنثی، سبب بروز جرقه می شود. معمولاً ذغالها باید دور کموتاتور با فواصل مساوی قرار گیرند و موازی با شمشهای آن باشند تا همگی همزمان با هر یک از شمشها تماس گیرند.

omoorepeyman.ir

۳- یک کموتاتور که خارج از مرکز و لنگ است، می تواند مسبب جرقه زدن و لرزش شود. معمولاً خروج از مرکز در موتورهای با سرعت کم باید در حد ۰/۰۰۱ اینچ ، موتورهای با سرعت متوسط ۰/۰۰۲ اینچ و موتورهای با سرعت کم ۰/۰۰۴ اینچ باشد.



**شکل ۱۷-۱** ظاهر برنجین فیلم روی کموتاتور



**شکل ۱۸-۱** سطحی با فیلم کموتاسیون خوب

omoorepeyman.ir

۴- تعدادی از انواع خرابیها در سیم پیچها یا اتصالات موتور، به صورت جرقه زدن و یا کموتاسیون بد ظاهر میشوند. دنبال اتصال کوتاه یا قطعی ها در مدار آرمیچر و اتصال به زمین، اتصـــال کوتاه یا قطعی در مـــدار سیم پیچهای مربوط به میدان باشید. یک مدار ضعیف بین قطبها یا یک فاصله هوایی (GAP) بزرگ هم موجب جرقه ذغالها میشود.

روند نماهای زیر برای عیب یابی، روشی منطقی و قدم به قدم را برای تعیین راه حلهایی برای اشکالات موتور ارائه میدهند. این روند نماها باید به عنوان راهنما بوسیله افزاد کاردان مورد استفاده قرارگیرند .

---

*اخطار: اجزای داخلی یک موتور ممکن است حتی هنگامی که در گردش نیست ، در ولتاژ خط باشند . قبل از انجام هرگونه عملیات سرویس که در نتیجه آن ممکن است با هر نوع قطعه داخلی تماس برقرار شود ، مطمئن شوید که کلیه مدارهای نیرو را از موتور جدا کرده اید.*

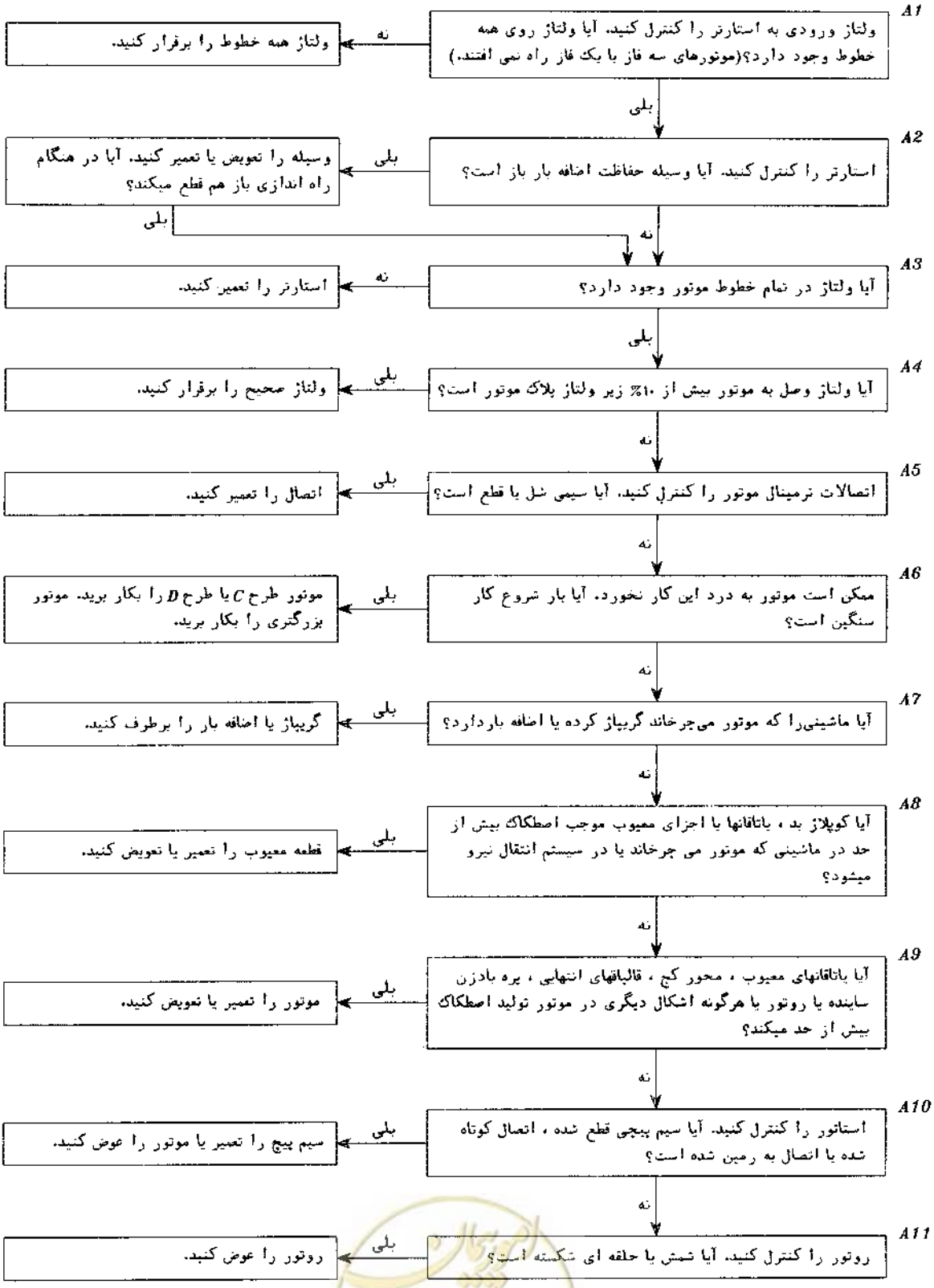
*در مورد موتورهایی که از واحدهای نیروی یکسو شده استفاده می کنند، کلیه اتصالات جریان متناوب راقطع کنید.*

*در مورد موتورهایی که در آنها از واحدهای نیروی چرخان استفاده می شود ، کلیه اتصالات جریان مستقیم و اتصالات میدان را قطع کنید.*

omoorepeyman.ir

## جدول ۴-۱ عیب یابی موتورهای جریان متناوب

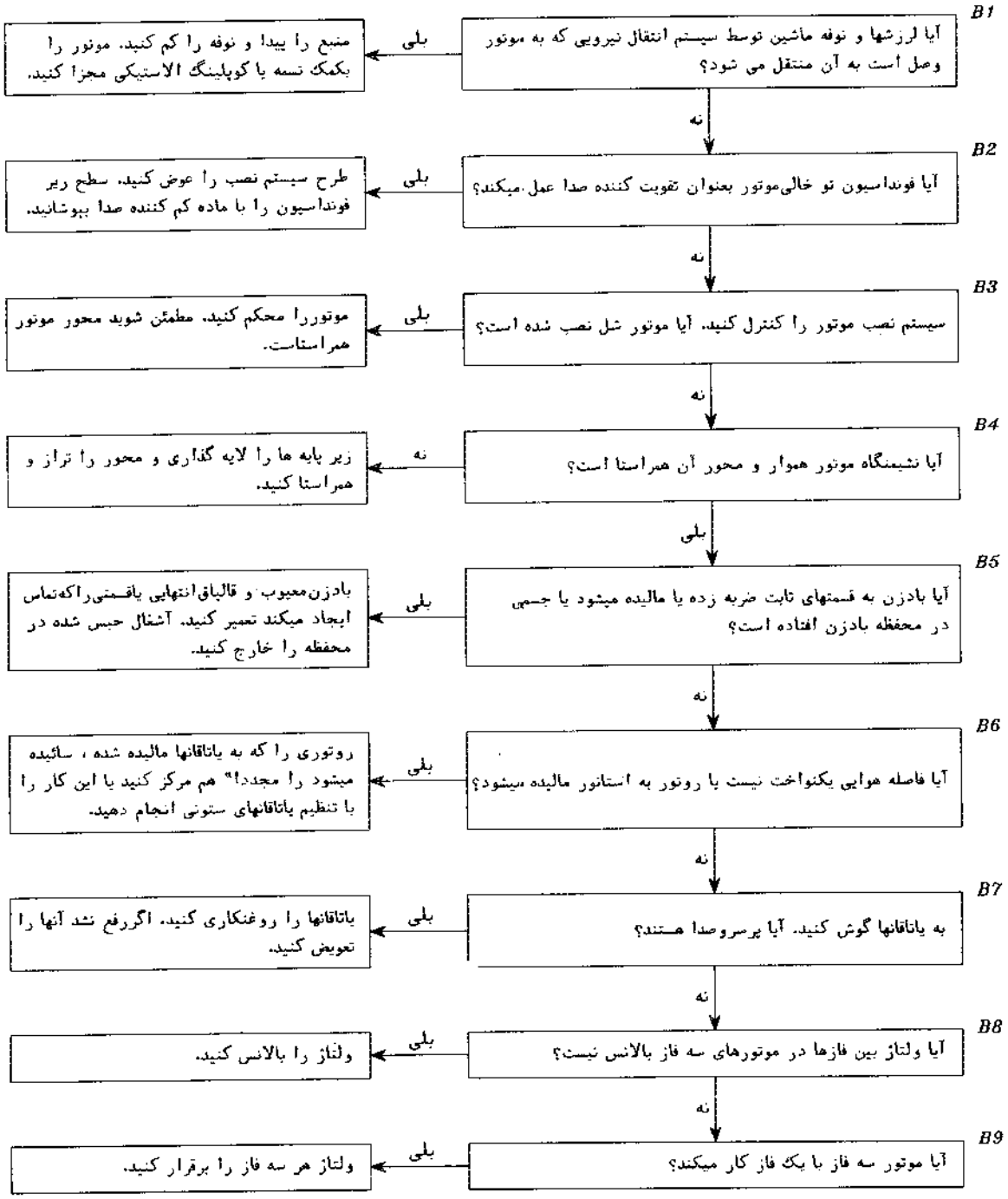
مسئله A : موتور راه نمی افتد یا خیلی به آهستگی شتاب میگیرد.




omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱ عیب یابی موتورهای جریان متناوب (ادامه)

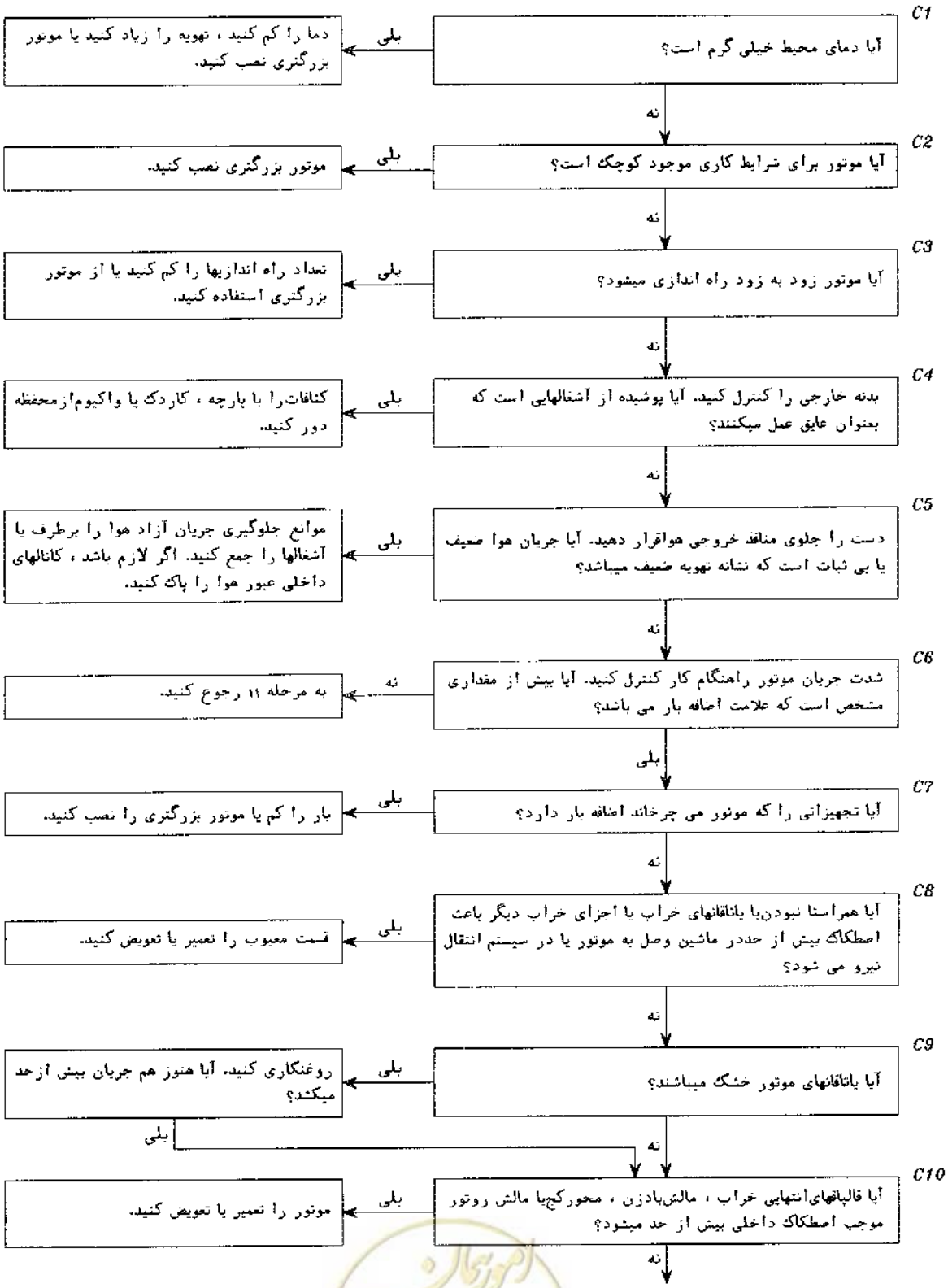
مسئله B : کار موتور با سروصدا همراه است.




omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱ عیب یابی موتورهای جریان متناوب (ادامه)

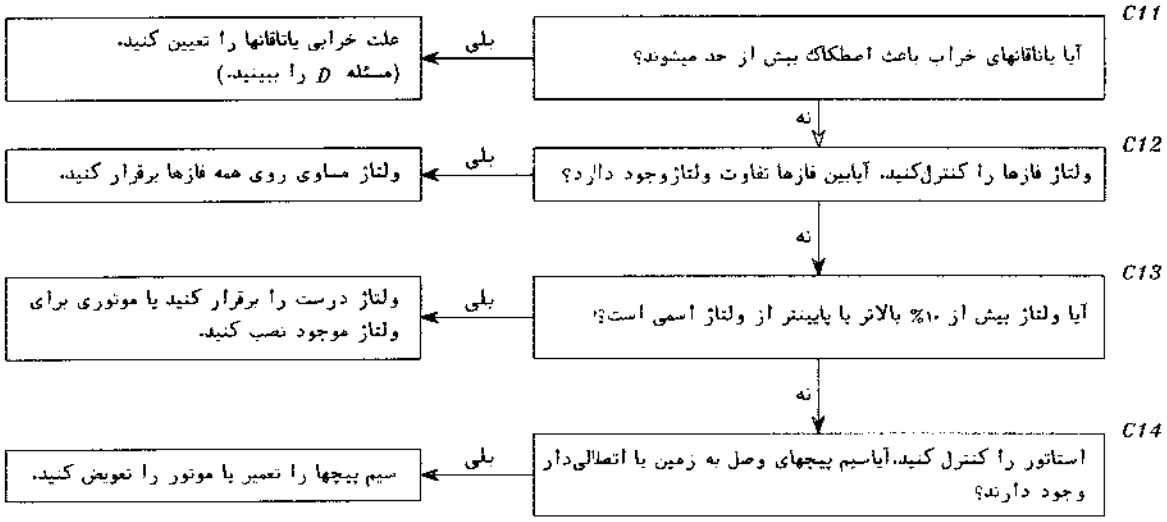
مسئله C : موتور بیش از حد گرم میشود.




omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱ عیب یابی موتورهای جریان متناوب (ادامه)

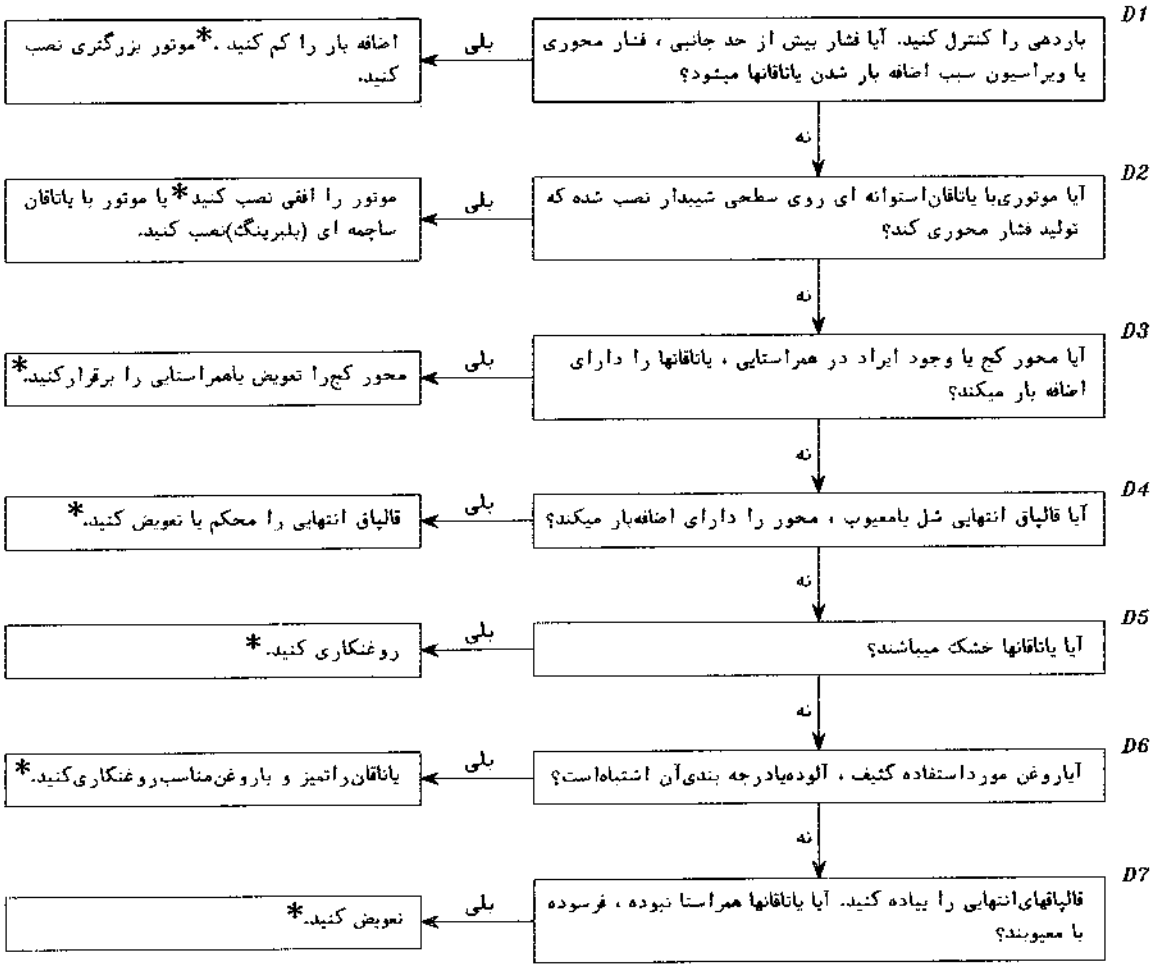
مسئله $C$ : موتور بیش از حد گرم میشود. (ادامه)




omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱ عیب یابی موتورهای جریان متناوب (ادامه)

مسئله *D* : یاتاقانهای موتور گرم کرده یا پرسروصدا میباشند.




* ممکن است یاتاقانها معیوب شده باشند. اگر موتور هنوز هم با سروصدا کار میکند ، یاتاقانها را عوض کنید.

omoorepeyman.ir

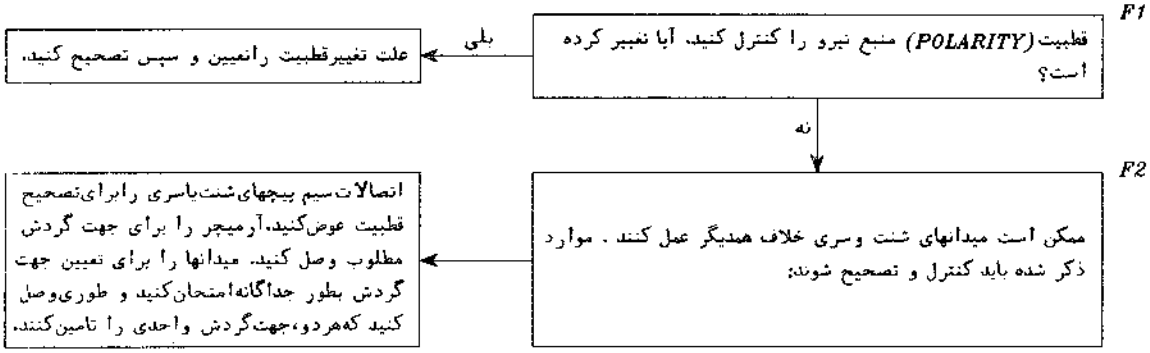
جدول ۵-۱ عیب یابی موتورهای جریان مستقیم

مسئله $E$ : موتور راه نمی افتد.

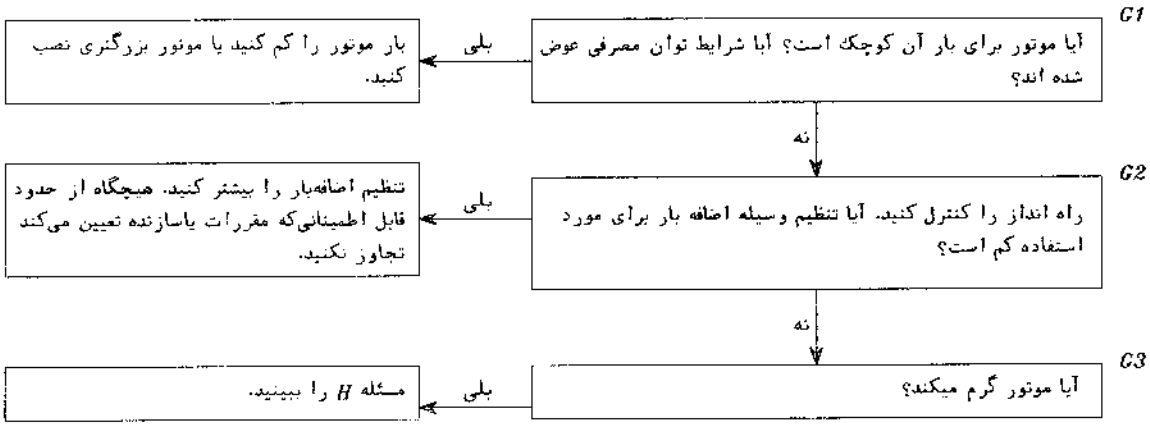
omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱ عیب یابی موتورهای جریان مستقیم (ادامه)

مسئله $F$ : موتور به کار می افتد ولی می ایستد و تغییر جهت میدهد.



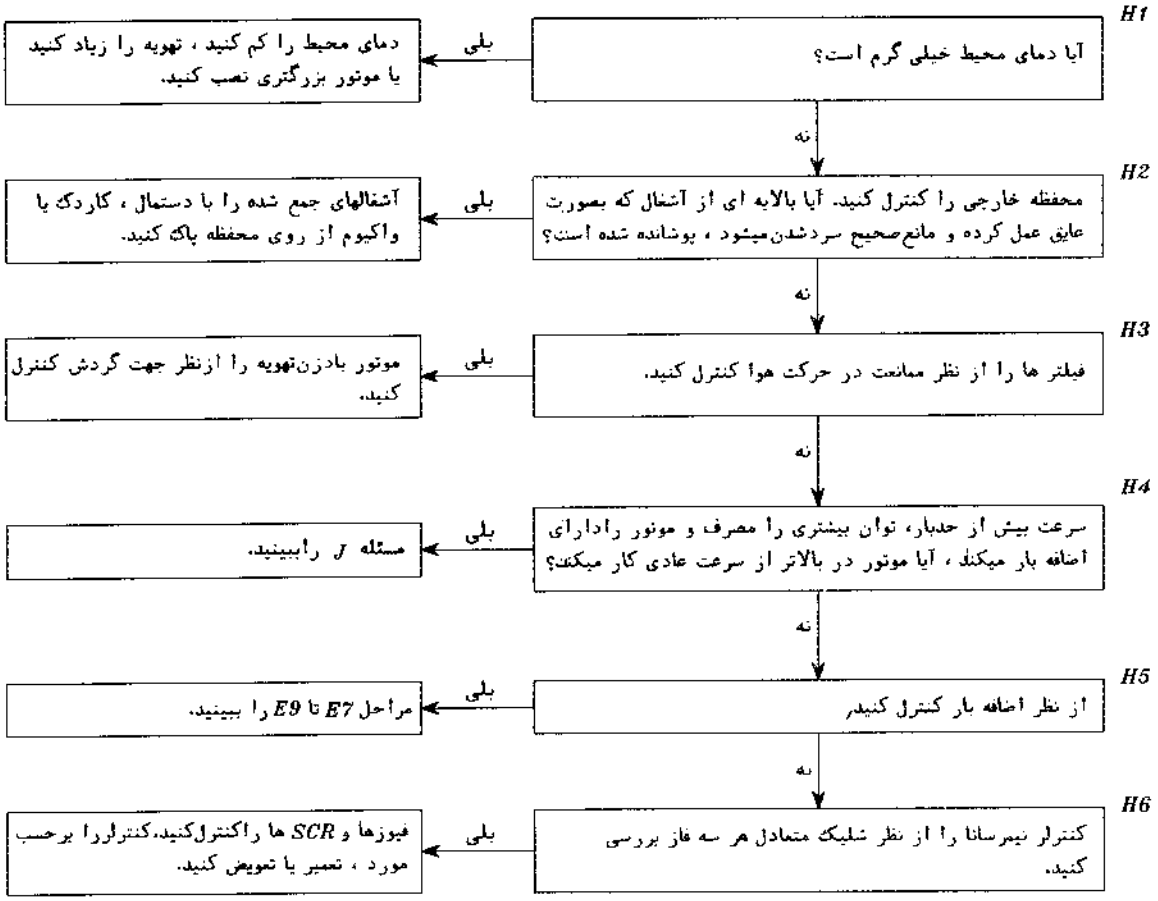

مسئله $G$ : موتور کار میکند ولی وسیله حفاظت آن در برابر اضافه بار کرارا" عمل میکند.




omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱ عیب یابی موتورهای جریان مستقیم (ادامه)

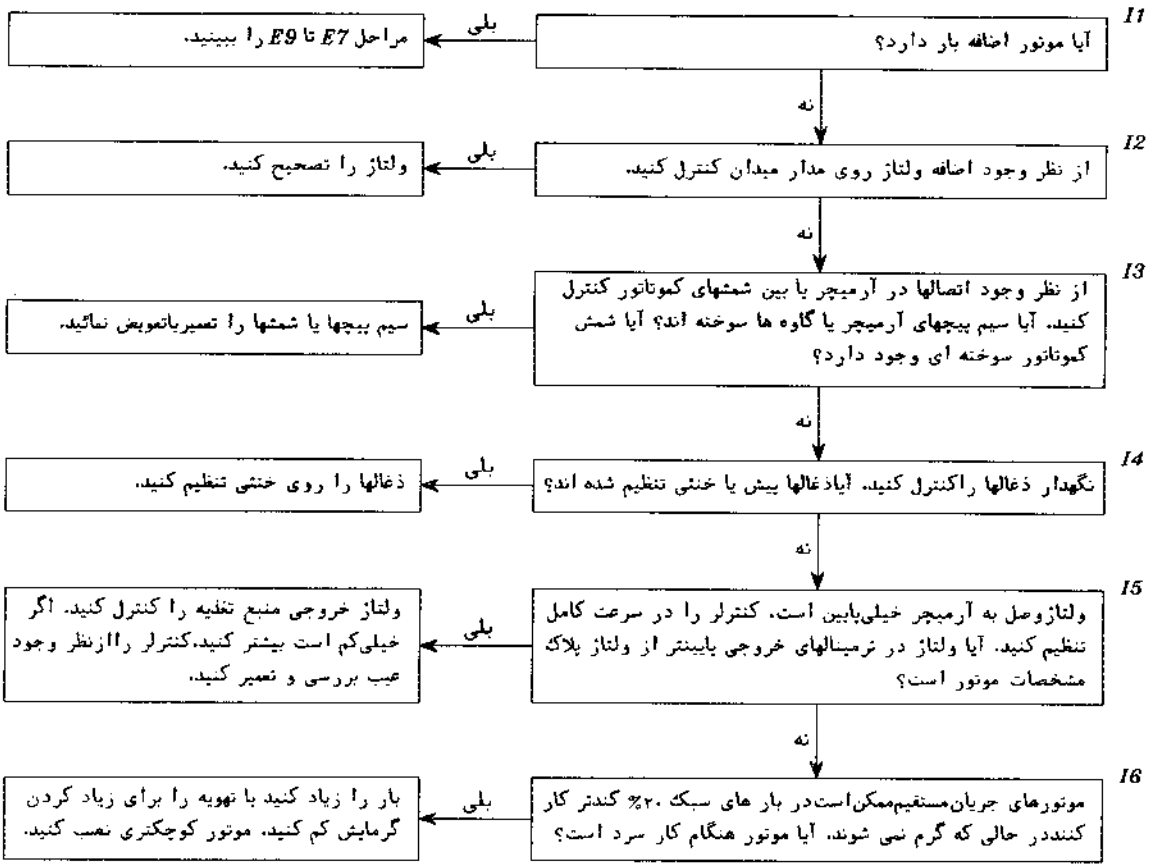
مسئله $H$ : موتور بیش از حد گرم میشود.




omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱ عیب یابی موتورهای جریان مستقیم (ادامه)

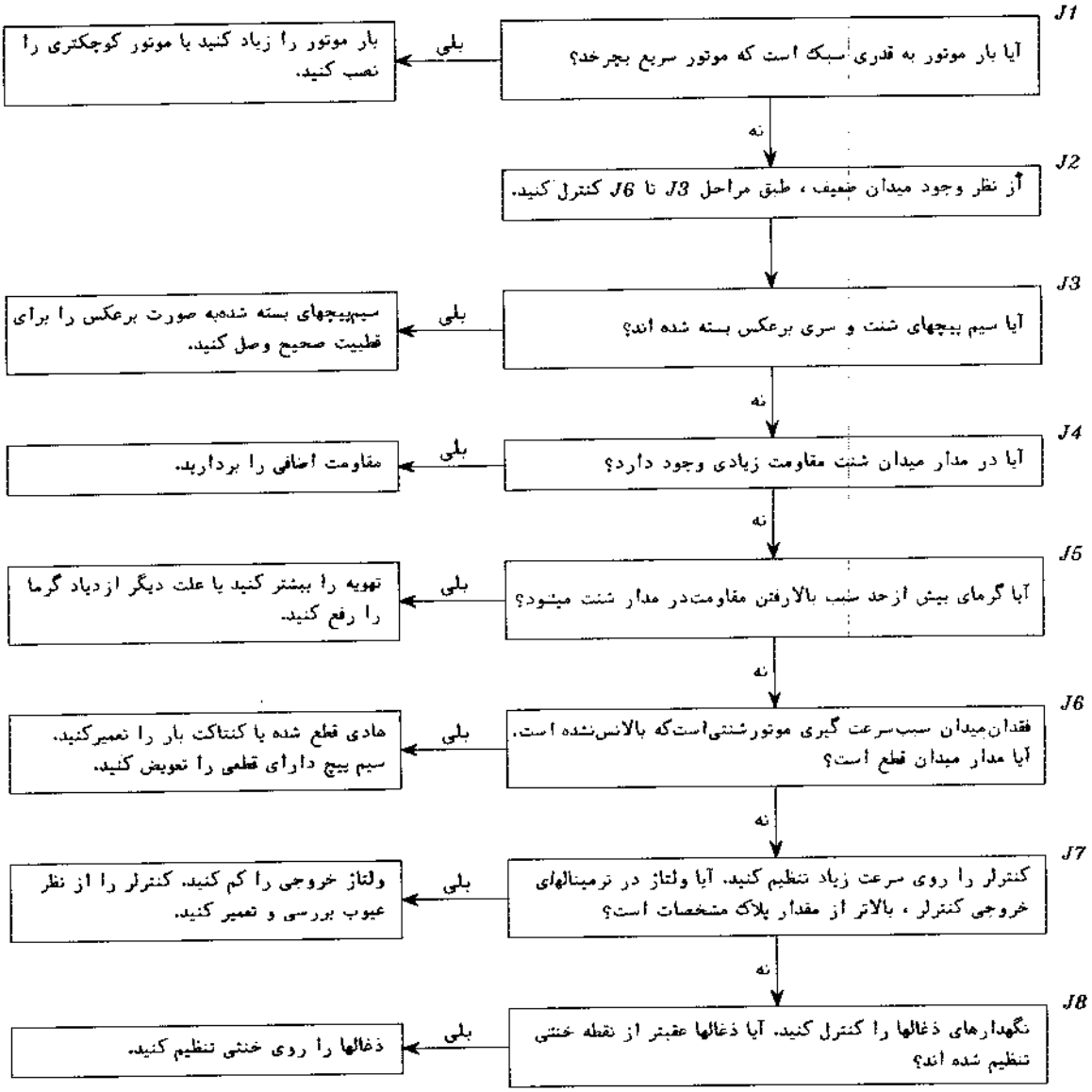
مسئله *I* : سرعت موتور بسیار آهسته است.




omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱ عیب یابی موتورهای جریان مستقیم (ادامه)

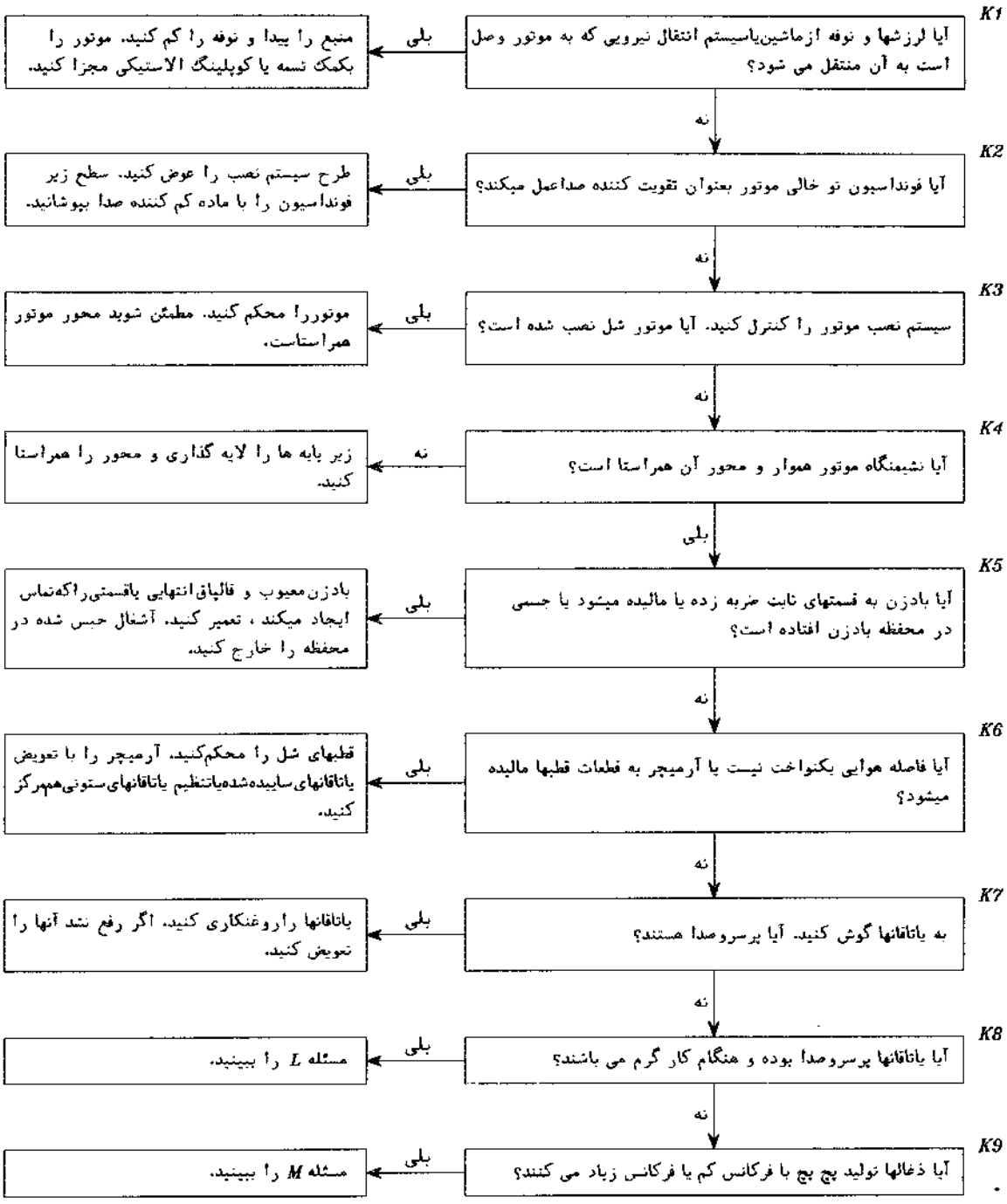
مسئله J : سرعت موتور بسیار زیاد است.




omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱ عیب یابی موتورهای جریان مستقیم (ادامه)

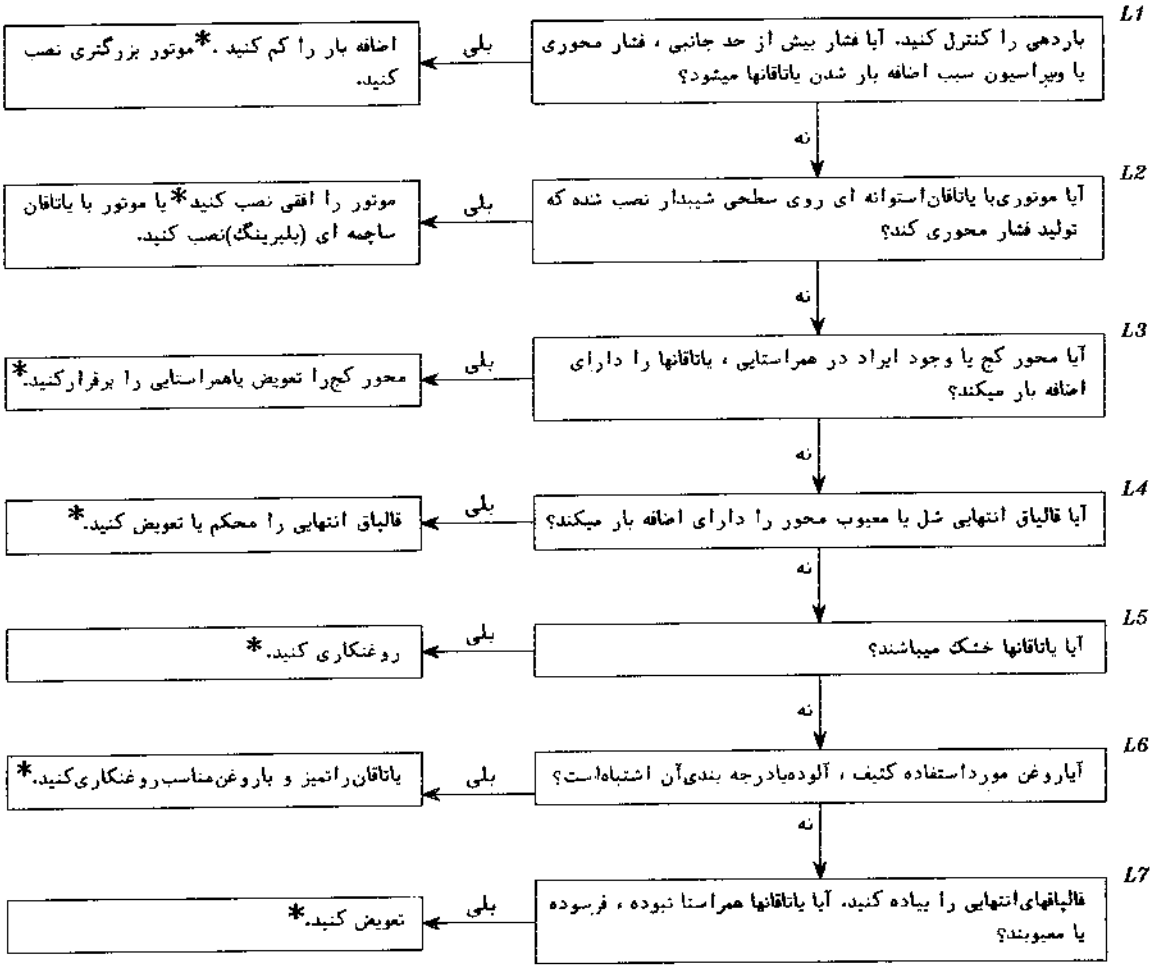
مسئله $K$ : موتور با سروصدا کار میکند.




omoorepeyman.ir

## جدول ۵-۱ عیب یابی موتورهای جریان مستقیم (ادامه)

مسئله *L* : یاتاقانهای موتور گرم کرده یا پرسروصدا میباشند.

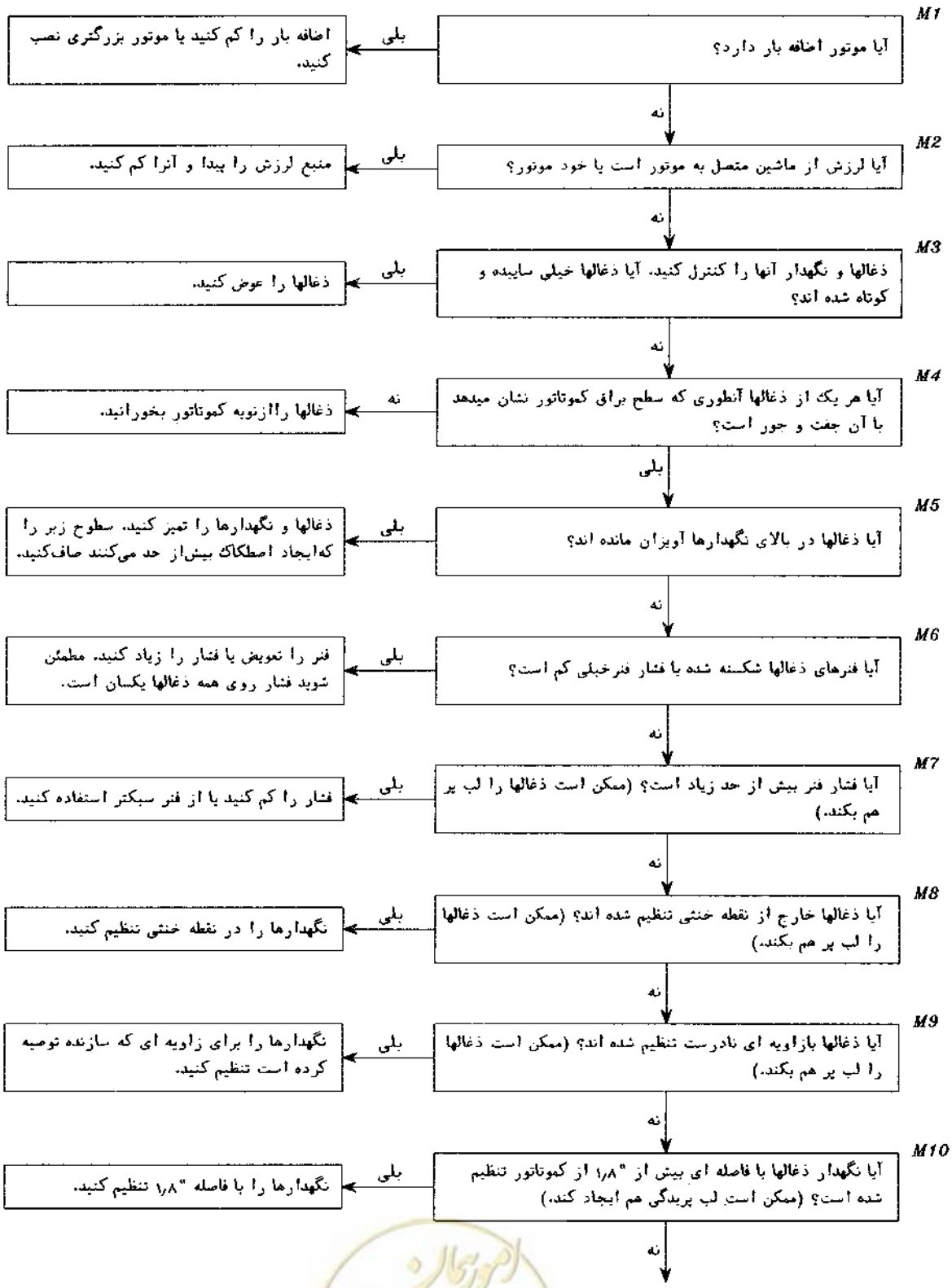



* ممکن است یاتاقانها معیوب باشند. اگر موتور هنوز هم با سروصدا کار میکند ، یاتاقانها را عوض کنید.

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱ عیب یابی موتورهای جریان مستقیم (ادامه)

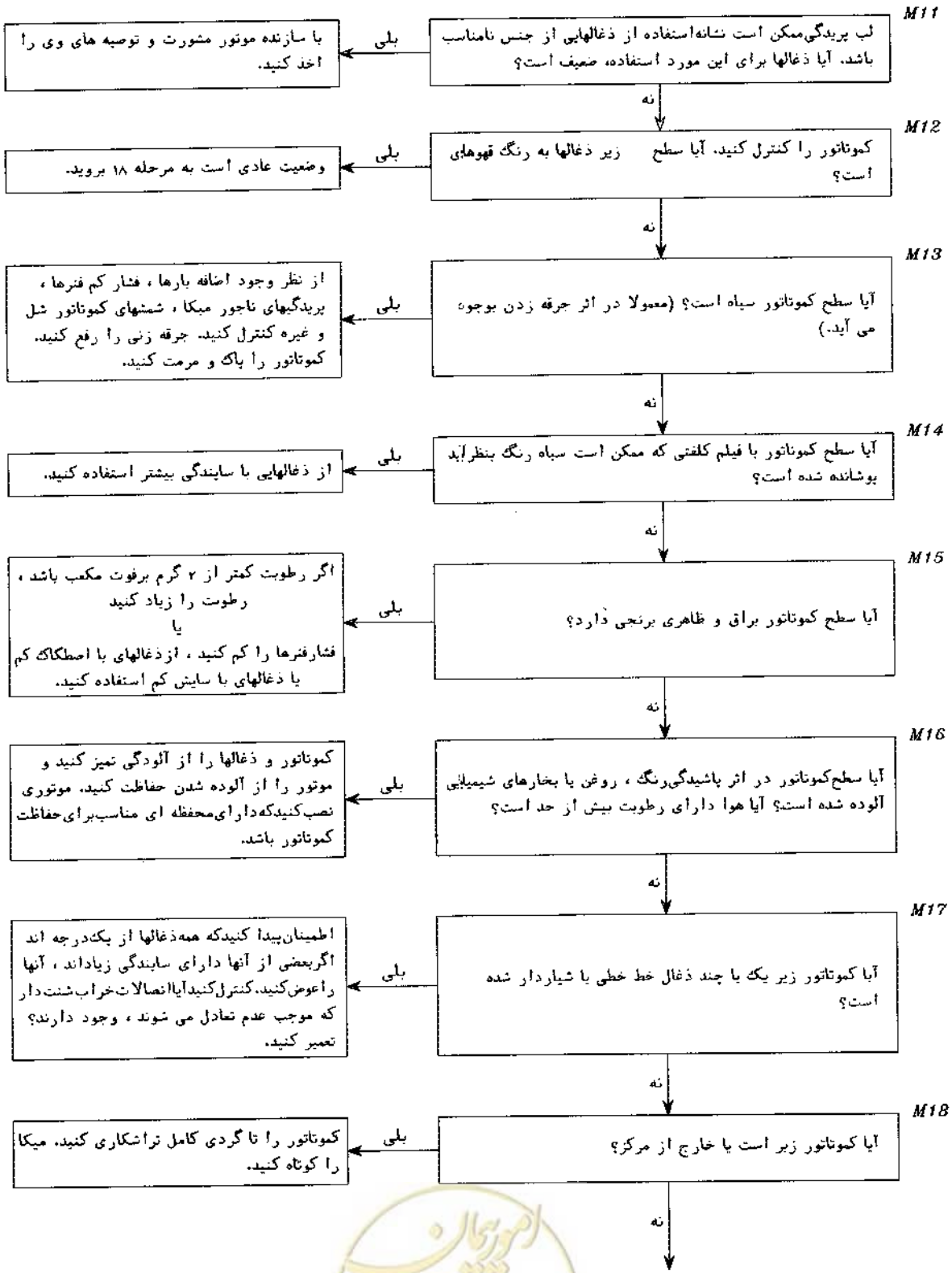
**مسئله *M*:** ذغالهابیش از اندازه‌جرقه می زنندکه ممکن‌است همراه‌با پج پج ویا فرسودگی‌بیش از حد ولب پر بودن‌باشد.




omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱ عیب یابی موتورهای جریان مستقیم (ادامه)

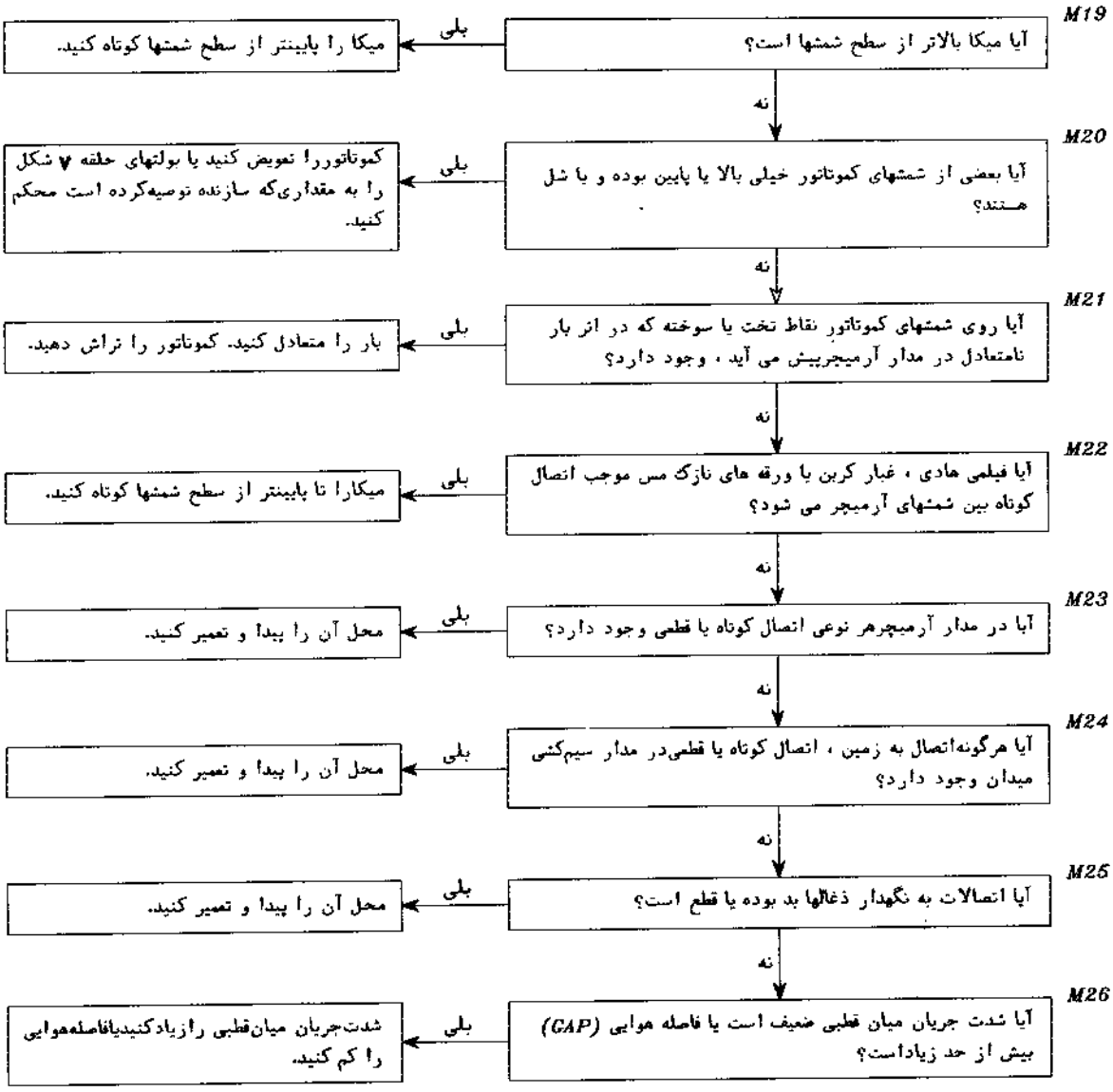
مسئله *M*: ذغالهابیش ازاندازه‌جرقه می‌زنندکه ممکن‌است‌همراه‌با پیچ ویافرسودگی‌بیش‌ازحدولب پرشدن‌باشد. (ادامه)




omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱ عیب یابی موتورهای جریان مستقیم (ادامه)

مسئله M: ذغالهابیش ازاندازه‌جرقه می‌زنندکه ممکن‌است‌همراه‌با پچ‌پچ ویافرسودگی‌بیش‌ازحدولب پرشدن‌باشد. (ادامه)




omoorepeyman.ir

جدول ۶-۱ کد گذاری پلاک موتورهای جریان متناوب چند فاز

| حرف کد (۱) | KVA بـر HP قفل شـده. در ولـتاژ کامل (۲) | | در ۲۰۸ ولت | | در ۲۳۰ ولت | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | ۰ | تا ۳/۱۴ | ۰ | تا ۸/۷۳ | ۰ | تا ۷/۸۸ |
| B | ۳/۱۵ | ۳/۵۴ | ۸/۷۵ | ۹/۸۳ | ۷/۹۱ | ۸/۸۷ |
| C | ۳/۵۵ | ۳/۹۹ | ۹/۸۵ | ۱۱/۰۸ | ۸/۹۱ | ۱۰/۰۲ |
| D | ۴/۰۰ | ۴/۴۹ | ۱۱/۱۰ | ۱۲/۴۸ | ۱۰/۰۵ | ۱۱/۲۸ |
| E | ۴/۵۰ | ۴/۹۹ | ۱۲/۵۰ | ۱۳/۸۸ | ۱۱/۳۰ | ۱۲/۵۳ |
| F | ۵/۰۰ | ۵/۹۹ | ۱۳/۹۰ | ۱۵/۸۸ | ۱۲/۵۷ | ۱۴/۰۴ |
| G | ۵/۶۰ | ۶/۲۹ | ۱۵/۶۰ | ۱۷/۴۸ | ۱۴/۰۷ | ۱۵/۶۸ |
| H | ۶/۳۰ | ۷/۰۹ | ۱۷/۵۰ | ۱۹/۶۸ | ۱۵/۸۲ | ۱۷/۸۱ |
| J | ۷/۱۰ | ۷/۹۹ | ۱۹/۷۰ | ۲۲/۱۸ | ۱۷/۸۳ | ۲۰/۰۷ |
| L | ۸/۰۰ | ۸/۹۹ | ۲۲/۲۰ | ۲۴/۹۸ | ۲ /۱۰ | ۲۲/۵۸ |
| M | ۹/۰۰ | ۹/۹۹ | ۲۵/۰۰ | ۲۷/۷۸ | ۲۲/۶۰ | ۲۵/۱۰ |
| N | ۱۰/۰۰ | ۱۱/۱۹ | ۲۷/۸۰ | ۳۱/۰۸ | ۲۵/۱۲ | ۲۸/۱۱ |
| P | ۱۱/۲۰ | ۱۲/۴۹ | ۳۱/۱۰ | ۳۴/۶۸ | ۲۸/۱۴ | ۳۱/۳۸ |
| R | ۱۲/۵۰ | ۱۳/۹۹ | ۳۴/۷۰ | ۳۹/۸۸ | ۳۱/۴۰ | ۳۵/۱۵ |
| S | ۱۴/۰۰ | ۱۵/۹۹ | ۳۸/۹۰ | ۴۴/۴۱ | ۳۵/۱۷ | ۴۰/۱۷ |
| T | ۱۶/۰۰ | ۱۷/۹۹ | ۴۴/۴۴ | ۴۹/۹۷ | ۴۰/۲۰ | ۴۵/۲۰ |
| U | ۱۸/۰۰ | ۱۹/۹۹ | ۵۰/۰۰ | ۵۵/۵۲ | ۴۵/۲۲ | ۵۰/۲۲ |
| V | ۲۰/۲۲ | ۲۲/۳۹ | ۵۵/۵۵ | ۶۲/۱۶ | ۵۰/۲۵ | ۵۶/۲۳ |
| | ۲۲/۴۰ | وبالاتر | ۶۲/۲۲ | وبالاتر | ۵۶/۲۸ | وبالاتر |

(۱) پلاک موتورهای چند فازه جریان متناوب با توان نامی HP ۱/۲ و بزرگتر، با کد حرفی نشانه گذاری میشود تا نسبت KVA بر HP را در حالت قفل بودن روتور، مشخص کند.

(۲) آمپر بر HP در حالت قفل بودن موتور فقط برای موتورهای سه فاز.

omoorepeyman.ir

**جدول ۷-۱ سرعت سنکرون موتور ( دور در دقیقه)**

| | تعداد قطبها | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| فرکانس | ۲ | ۴ | ۶ | ۸ | ۱۰ | ۱۲ | ۱۴ | ۱۶ | ۱۸ |
| ۶۰ هرتز | ۳۶۰۰ | ۱۸۰۰ | ۱۲۰۰ | ۹۰۰ | ۷۲۰ | ۶۰۰ | ۵۱۴ | ۴۵۰ | ۴۰۰ |
| ۵۰ هرتز | ۳۰۰۰ | ۱۵۰۰ | ۱۰۰۰ | ۷۵۰ | ۶۰۰ | ۵۰۰ | ۴۲۸ | ۳۷۵ | ۳۳۴ |

**جدول ۸-۱ محاسبات موتورهای جریان متناوب ***

| برای محاسبه : | دو فاز چهار سیمه | سه فاز |
|---|---|---|
| جریان وقتی HP در دست باشد | $\frac{Hp \times 746}{2 \times E \times \%Eff \times PF}$ | $\frac{Hp \times 746}{1.73 \times E \times \%Eff \times PF}$ |
| جریان وقتی kW در دست باشد | $\frac{KW \times 1000}{2 \times E \times PF}$ | $\frac{KW \times 1000}{1.73 \times E \times PF}$ |
| جریان وقتی kVA در دست باشد | $\frac{KVA \times 1000}{2 \times E}$ | $\frac{KVA \times 1000}{1.73 \times E}$ |
| کیلو وات kW | $\frac{I \times E \times 2 \times PF}{1000}$ | $\frac{I \times E \times 1.73 \times PF}{1000}$ |
| kVA | $\frac{I \times E \times 2}{1000}$ | $\frac{I \times E \times 1.73}{1000}$ |
| HP (خروجی) | $\frac{I \times E \times 2 \times \%Eff \times PF}{746}$ | $\frac{I \times E \times 1.73 \times \%Eff \times PF}{746}$ |

* ضریب توان = PF ، نیروی الکتروموتوری (نیروی برقرانی) یا ولتاژ = E ، بهره = %Eff

omoorepeyman.ir

مشخصه های بازدهی :

$$HP = \frac{\text{گشتاور (ft-lb)} \times \text{rpm}}{5250}$$

$$kW = hp \times .746$$

$$\text{گشتاور برحسب ft-lb} = \frac{hp \times 5250}{rpm}$$

( برای ۵۰ هرتز ۱۰۰ = n و برای ۶۰ هرتز ۱۲۰ = n )

$$\text{سرعت سنکرونیزم موتور (دور در دقیقه) rpm} = \frac{n \times Hz}{\text{تعداد قطبها}}$$

$$\text{شدت جریان سه فاز در بار کامل (آمپر)} = \frac{hp \times .746}{1.73 \times kV \times \text{ضریب بهره} \times PF}$$

$$\text{نامی موتور kVA} = \frac{hp \times .746}{\text{ضریب بهره} \times PF}$$

$$\text{تلفات kW} = \frac{hp \times .746 \times (1.0 - \text{ضریب بهره})}{\text{ضریب بهره}}$$

$$\text{روی محورموتور kW}^{۲} = \text{جعبه دنده درسرعت موتور kW}^{۲} + \text{روی محور ماشین kW}^{۲} \times \frac{(\text{سرعت ماشین، دور در دقیقه})^{۲}}{(\text{سرعت موتور، دور در دقیقه})^{۲}}$$

$$\text{زمان شتاب گیری} = \frac{Wk^2 \times \Delta \text{ rpm}}{308 \times T \text{ (متوسط)}}$$

$$\text{هجومی kVA} = \text{متوسط kVA} \times \text{عدد هجومی به درصد}$$

omoorepeyman.ir

## بخش هفتم - نگهداری تجهیزات الکتریکی

فصل دوم:

# نگهداری اجزای کنترل

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

# بخش هفتم ـ نگهداری تجهیزات الکتریکی

## فصل دوم ـ نگهداری اجزای کنترل

### اجزای کنترل

اجزای کنترل آن دسته از وسایل قطع و وصل میباشند که جریان برق را به تجهیزات مصرف کننده باز و بسته می کنند . نمونه هایی برای تجهیزات مصرف کننده عبارتند از : موتورها ، اجاقها ، کوره های الکتریکی ، گرمکنها ، چراغها، دستگاههای جوشکاری ، ترمزها و آهنرباهای بالا بر الکتریکی .

اجزای کنترل در مدارهای نهایی انشعاب یافته از یک سیستم توزیع الکتریکی قرار می گیرند .

به آن گونه از اجزای کنترل که کنتاکتهای آنها در مدارهای نیرو قرار گرفته اند، اجزای کنترل نیرو گفته می شود و گونه هایی که کنتاکتهای آنها در مدارهای لوژیک یا فرمان کار می کنند، اجزای کنترل فرمان خوانده می شوند . شکل ۱ـ۲ را ببینید .

اجزای کنترل نیرو با استفاده از استانداردهای صنعت با دامنه ولتاژ ۱۲ تا ۷۲۰۰ ولت و دامنه شدت جریان ۹ تا ۴۰۰۰ آمپر رده بندی می شوند. نمونه هایی برای اجزای مدار نیرو عبارتند از : کلیدهای کمپکت ( Molded Case)، کلیدهای مجزاکننده ـ کنتاکتورهاـ راه انداز موتورها ـ رله های راه انداز خازنها و رئوستاها.

اجزای کنترل فرمان با استفاده از استانداردهای صنعت با دامنه ولتاژ ۱۲ تا۶۰۰ ولت رده بندی میشوند و حداکثر شدت جریان آنها نوعاً ۱۰ و گاهی ۲۵ آمپر است . نمونه هایی برای اجزای مدارهای فرمان عبارتند از: شستی ها، کلیدهای انتخاب کننده (سلکتور)، کلیدهای فشاری ، کلیدهای ترموستات ، کلیدهای پایی ، کلیدهای محدودکننده مسیر (Limit Switch)، کلیدهای همجـواری (Proximity)، کلیدهای فتوالکتریک ، رله های کنترل، رله های اضافه بار ، رله های تاخیر زمانی (تایمر)، رله های حساس در برابر ولتاژ ، رله های قطع فاز،رله های وارونه شدن فاز ، رله های ترمز و تغییر جهت موتور ، رله های سنکرون کننده ، رله های کم باری ، رلـه های حسـاس در برابر گیر کردن (Jam-Detection) و کنتاکتهای کمکی (رابطهای قفل الکتریکی Interlock).

علاوه بر اجزای کنترل دارای کنتاکت ، وسایلی وجود دارند که فاقد کنتاکت می باشند که نوعاً جزء مدارهای الکتریکی کنترل به حساب می آیند و وظیفه آنها کنترل و دیده بانی ( Monitor ) جهت چرخش و سرعت موتورها کم نور کردن (Dimming) چراغها و غیره میباشد. اینها وسایل کنترل کننده های نیمهادی ( Solid State ) ، رزیستورهای مدارهای نیرو و چراغهای نشانگر ( اندیکاتور ) میباشند .

### کارکنان واجد شرایط

اجزای کنترل در اندازه ، شکل، مقادیر اسمی و آرایش آن چنان متنوعند که نگهداری و بهره برداری آنها باید توسط پرسنلی واجد شرایط انجام شود که با نحوه استفاده صحیح از تجهیزات آشنا میباشند و قادرند دستورالعملهای سازنده را درک و به آن عمل کنند.

برای اینکه فردی واجد شرایط به حساب آید باید بتواند نقشه های شماتیک الکتریکی ( که گاهی نقشه های مقدماتی یا نردبانی ( Ladder ) خوانده می شوند ) و همچنین نقشه های اتصالات ( سیمکشی ) را بخواند و ترسیم کند. این فرد باید بتواند برای اندازه گیری موارد زیر ، لوازم ذکر شده را نصب و قرائت کند:

الف ) ولتاژ (ولتمتر)

ب ) شدت جریان ( آمپرمتر )

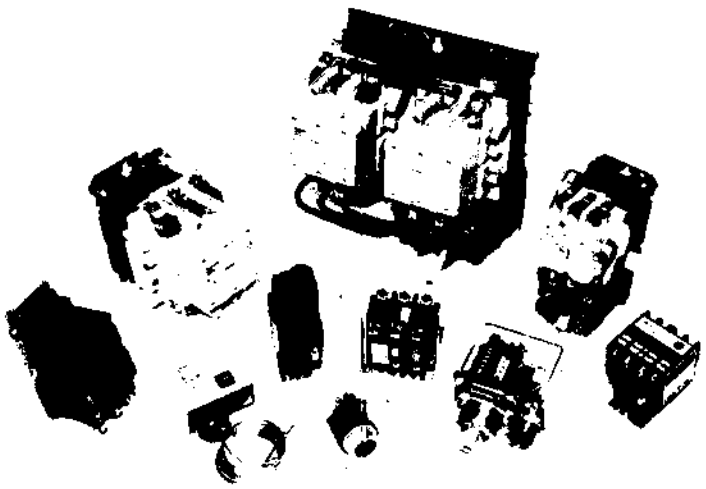
ج ) توان ( واتمتر )

omoorepeyman.ir

د ) مقاومت ( اهم متر )
هـ ) ایستادگی دی الکتریک ( اندازه گیر پتانسیل بالا)
و ) مداومت مدار ( اهم متر و ولتمتر یا دستگاهی مشابه آنها )

او باید بداند که چگونه فاصله هوایی یک آهنربا یا یک کنتاکت را اندازه گیری نماید یا نیروی یک فنر را به دست آورد و چطور از فیلرها ( Filler Gauge ) و آچارهای گشتاور سنج ( Torque Wrench ) استفاده کند . فرد باید بتواند شواهد وجود داغ شدگی و مسیر نشت جریان را شناسایی کند . او باید معنا و اهمیت اصطلاحاتی مانند آنچه که در زیر آمده است را بداند :

شدت جریان اتصال کوتاه موجود ـ Available fault Current ;
مقدار اسمی قطع ـ Interrupting Rating ;
قطب بندی ـ Polarity ;
حرکتهای کوتاه مدت مکرر ـ Inching Jogging ;
ترمزموتور با تغییر جهت گردش ـ Plugging ;
جریان اسمی حرارتی سیم ـ Wire Temperature Rating ;
پر شدن خازن ـ Capacitor Charge ;
فاصله هوایی کنتاکت ـ Contact Gap ;
کدهای حرفی مشخص کننده روتور ترمز شده یک موتور ـ
Locked rotor indicating code letters ( Article 430 of the National Electrical Code)
کنتاکتهای باز و کنتاکتهای بسته در حالت عادی Normally closed and normally open contacts و غیره



**شکل ۱ـ۲** اجزای نوعی کنترل

## محفظه های اجزای کنترل

نظر به اینکه کلیه اجزای کنترل دارای ترمینالهای دردسترس میباشند، باید به نحوی پوشیده شوند تااز تماس اتفاقی با آنها جلوگیری شود. این پوششها ، از جعبه های ساده ساخته شده از ورق یا فلز ریخته گری شده ، که اندازه آنها برای جا دادن یک جزء به تنهایی کافی میباشد، تا تابلوهای مراکز کنترل موتور(Motor Control Center) و

omoorepeyman.ir

اتاقهای کنترل که در آنها اتاق ، خود محفظه و پوشش به حساب می آید ، متغیر میباشند. هدف دیگر محفظه ها،ایجاد حفاظت در برابر شرایط محیط می باشد که ممکن است اثر نامطلوبی بر تجهیزات داشته باشد. اگر اجزای کنترل آلوده به گرد و خاک ، کثافت یا رطوبت باشند که منشاء آنها در خارج از محفظه قرار دارد، یا محفظه برای محیط منـــاسب نمی باشد و اتصال لولـــه های ورودی به آن درســـت انجام نشده و یا در محفظه باز بوده است . محفظه ای با در باز علامت وجود اشکال است که باید مشخص ورفع شود . زحمت نگهداری از تاسیساتی که متناسب با محیط بوده و بسته نگهداشته می شود، کمتر خواهد بود . برای انواع محفظه های موجود جهت نصب اجزای کنترل در محیطهای بی خطر (Nonhazardous)، جدول ۱ـ۲ را ببینید . بجز تیپ 1 ، محفظه هایی که بعد از سال ۱۹۸۴ ساخته شده اند باید با عدد تیپ خود شماره گذاری شده باشند .

آبگذرها ( Drains ) و نفسکشها ( Breathers ) ـ برای نصب در محفظه هایی که در شرایطی با تغییرات وسیع دما و رطوبت قرار می گیرند، آبگذرها و نفسکشها دردسترس میباشند. این نوع آبگذرها باید در پایین ترین نقطه محفظه نصب و به صورت دوره ای آزمایش شوند تا اطمینان حاصل شود که خرده آشغالهایی که بوسیله آب تقطیر شده شسته می شوند ، آنها را مسدود نمی کنند.

omoorepeyman.ir

**جدول ۲.۱** تیپ محفظه ها برای محیطهایی بی خطر( Nonhazardous Locations )

| برای نصب در هوای آزاد | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| محفظه دربرابرشرایط محیطی زیر، درجه ای از حفاظت ایجادمی کند | شماره تیپ محفظه | | | | | | |
| | 3 | 3R | 3S | 4 | 4X | 6 | 6p |
| تماس اتفاقی با تجهیزات داخل محفظه | X | X | X | X | X | X | X |
| برف ـ باران ـ تگرگ ( Sleet ) | X | X | X | X | X | X | X |
| تگرگ ( Sleet ) | - | - | X | - | - | - | - |
| گردو خاک بادآورده | X | - | X | X | X | X | X |
| آب شیلنگی ( آب با فشار) | - | - | - | X | X | X | X |
| عوامل خورنده | - | - | - | - | X | - | X |
| غوطه وری کوتاه مدت به صورت گهگاهی | - | - | - | - | - | X | X |
| غوطه وری بلند مدت به صورت گهگاهی | - | - | - | - | - | - | X |

| برای نصب در داخل ساختمان | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| محفظه در برابر شرایط محیطی زیر درجه ای از حفاظت ایجاد می کند | شماره تیپ محفظه | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 4 | 4X | 5 | 6 | 6P | 11 | 12 | 12K | 13 |
| تماس اتفاقی با تجهیزات داخل محفظه | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| کثافات سقوط کننده | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| مایعات سقوط کننده با ترشح خفیف | - | X | X | X | - | X | X | X | X | X | X |
| گرد و خاک ،کرک،الیاف و ذرات پرنده | - | - | X | X | X | X | X | - | X | X | X |
| آب شیلنگی ( آب با فشار) و ترشح آب | - | - | X | X | - | X | X | - | - | - | - |
| تراوش روغن و مایعات خنک کننده | - | - | - | - | - | - | - | - | X | X | X |
| پاشیدگی باترشح روغن ومایعات خنک کننده | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | X |
| عوامل خورنده | - | - | - | X | - | - | X | X | - | - | - |
| غوطه وری کوتاه مدت به صورت گهگاهی | - | - | - | - | - | X | X | - | - | - | - |
| غوطه وری طولانی مدت به صورت گهگاهی | - | - | - | - | - | - | X | - | - | - | - |

این جدول از National Electrical Code , NFPA70-1984 گرفته شده است .
محفظه تیپ 12K پس از نصب لوله در سوراخکاریهای آن تبدیل به تیپ ۱۲ می شود.

omoorepeyman.ir

## نگهداری پیشگیرانه

عملیـــات نگهداری پیشگیرانه بـایـــد طبق برنامه به صورت دوره ای انجام شود که با نصب تاسیسات شروع می شود.در آن هنگام دستورالعملهای اختصاصی سازندگان باید مطالعه شود و آنگاه برای مراجعات بعدی بایگانی گردد. عملیات نگهداری بعدی باید در دوره های منظم و به دفعاتی که سختی کار توجیه کند ،انجام شود. بسته به نوع کار، فواصل زمانی یک هفته یا یک ماه یا یک سال ،ممکن است مناسب باشد . همچنین وضع چک لیست برای هر یک از کنترلها و تهیه دفتر روزنامه برای ثبت تاریخچه اتفاقات ، مطلوب میباشد . ذخیره ای از لوازم یدکی قابل تعویض باید تهیه و انبار شود .

*راهنمای کلی*

هدف نهایی از نگهداری تجهیزات الکتریکی را می توان در دو قاعده زیر خلاصه نمود:

۱ـ آن قسمتها را که برای هدایت برق پیش بینی شده اند در وضعیت هدایت حفظ کنید.

۲ـ آن قسمتها را که باید عایق باشند، در وضعیت عایق حفظ کنید .

هدایت خوب مستلزم داشتن اتصالات پاکیزه و محکم و عاری از کثافات و اکسیدها میباشد. عایقبندی خوب موجب حذف مسیرهای نشت ذغالی و آلاینده هایی مانند نمکها و گرد و خاک می شود که رطوبت را به خود جذب و مداری ناخواسته بین نقاطی با قطبهای مخالف ایجاد میکند.

هنگام انجام عملیات بهره برداری از اجزای کنترل ، لازم است ، با باز و قفل کردن ( در حالت باز ثابت نگهداشتن ) وسیله مجزا کننده مدارنهایی در حالت باز، همه منابع نیروی وصل شده به این اجزاء قطع شوند . وسیله مجزاکننده معمولاً کلید دستی یا کلید خودکاری است که در همان محفظه هایی که اجزای کنترل در آن قرار دارند نصب شده است ، یا در تابلویی است که محفظه کنترل را تغذیه می کند . منابع نیروی جداگانه فرمان نیز باید قطع شوند . اگر در هنگام انجام عملیات نگهداری ، استفاده از نیروی فرمان لازم باشد، باید با احتیاط عمل شود،تا از باز خوران ولتاژهای خطرناک از طریق یک ترانسفورماتور کنترل ، جلوگیری شود. مواظب خازنهای تصحیح ضریب توان باشید که ممکن است در حالت شارژ باشند . قبل از کارکردن بر روی هر یک از قسمتهای مدار نیروی مربوط به آنها، خازنها را دشارژ کنید.

### تمیزکاری

دوده ، دود ، سطوح لکه دار ( بجز داخل اتاقک جرقه )، یا هر گونه ته نشست دیگری باید قبل از شروع عملیات تمیزکاری وارسی و منبع آن مشخص شود . با استفاده از واکیوم یا پارچه، همه سطوح دردسترس اجزای کنترل و داخل محفظه آن را پاک کنید. تجهیزات را می توان با دمیدن هوای تحت فشار، که خشک و عاری از روغن باشد، تمیز کرد. ( نسبت به وجود روغندانهای نصب شده در لوله کشی های هوای فشرده کارخانه ها ، هوشیار باشید! ). اگر از روش دمیدن هوا استفاده شود ، پوششهای جرقه گیر کنتاکتورها را بردارید و منافذ مربوط به کنتاکتهای مدار کنترل را که در دسترس میباشند، مسدود کنید . مهم این است که آشغالهای خارجی موجود از محفظه کنترل زدوده شوند، نه اینکه فقط جابجاگردند. تجهیزات کنترل باید تمیز و خشک باشند . گرد و خاک و کثافات داخل و خارج کابینت را، بدون استفاده از پاک کننده های مایع ، خارج کنید . مواد خارجی را از سطوح بیرون بالای محفظه و سطوح پائین داخل آن، که شامل هر نوع اجزاء سخت افزار و خرده های دیگر میباشد ، پاک کنید، تا بازدیدهای بعدی هر گونه اجزای جداشده یا افتاده به داخل محفظه را آشکار سازد. اگر مایعاتی درداخل محفظه پخش شده باشد منبع آنرا مشخص کنید و با آب بندی لوله یا اضافه کردن گرمکن فضا ( پس از مشورت با سازنده ) ، یا انجام کارهای دیگری که لازم تشخیص داده شود، چاره جویی کنید.

### کنترل مکانیکی

همه اتصالات الکتریکی را محکم کنید . نشانه های اثر دما در اتصالات ، عایقبندی نیم سوز ، ترمینالهای رنگ

omoorepeyman.ir

پریده و غیره را جستجو کنید. با استفاده از روشهای مکانیکی ( ولی بدون استفاده از کاغذ سنباده ) ترمینالها را تا رسیدن به سطحی براق ، تمیز کنید و ترمینالهای رنگ پریده را تعویض نمائید. علت شل شدن اتصالها را تعیین و رفع کنید. مخصوصاً در مورد سیمهای آلومینیومی دقت کنید. بهترین نوع ترمینال برای سیم آلومینیوم استفاده از کابلشوی نوع پرسی است که به وسیله کنترل وصل شده باشد . هنگامی که از اتصالات پیچی در ارتباط با سیم آلومینیوم ( که با نشانه CU/AL نشانه گذاری شده است به کار رود ، اتصالات را باید از نظر محکم بودن آنها پس از هر ۲۰۰ بار عمل وسیله یا دستگاه کنترل نمود.

سیمهاو کابلها باید از نظر سایدگی با لبه های فلزی ، که در اثر لرزش بوجود می آید و ممکن است به خرابی عایقبندی منجر شود ، معاینه شوند هرنوع سیم کشی موقت باید بر چیده شود و یا بطور دایمی محکم شود و دیاگرام مربوط نیز به همان ترتیب علامتگذاری و اصلاح شود .

حرکت مورد نظر اجزای مورد نظر اجزای مکانیکی مانند هسته های مغناطیسی ( آرماتورها ) و کنتاکتهای مربوط به کنتاکتورهای الکترومکانیکی و رابطهای قفلی ( Interlocks ) باید از نظر آزادی حرکت و کار عملیاتی ، کنترل شوند. برای مثال آیا رابط قفلی به گونه ای که در عمل مورد نظر است ، کار خود را انجام می دهد؟
رله های حساس الکتریکی و مغناطیسی باید فقط طبق مشخصات سازنده و به دقت کنترل شوند .

### روغنکاری

کلیه اجزایی را که مخصوصاً توسط سازنده خواسته شده است ، روغنکاری کنید. از روغنکاری یا مالیدن لایه ای از آن در مواردی که سازنده توصیه نکرده باشد خودداری کنید . روغن را باید با صرفه جویی به کار برد . هر گونه اضافات باید تمیز شوند . نباید اجازه داده شود که مواد روغنی داخل عایقبندی شوند تا گرد و خاک را به خود جذب نکرده و تبدیل به محل تجمع آشغال نشود .

### خرده ریزها

کلیه چراغهای اندیکاتور، نشانگرهای مکانیکی (مانند شماره اندازها) ،درها، چفتها، قفلها و فرعیات مشابه را کنترل و در صورت لزوم تعمیر کنید .

مشاهدات خود و تغییرات به عمل آمده را قبل از ورود تجهیزات به سرویس ، در دفتر اتفاقات ثبت نمایید. هر گونه لوحه مشخصات و بر چسب را از جای خود حرکت ندهید و اگر بعضی از آنها صدمه دیده اند آنها را به حالت اول برگردانید .

## اجزای مدار نیرو

اجزای مدارهای نیرو که کنتاکتهای آنها به صورت لب به لب در تماس میباشند ، شامل راه اندازهای موتور از نوع دستی و مغناطیسی ( راه انداز موتور تشکیل میشود از یک کنتاکتور و رله های اضافه بار)، کنتاکتور مغناطیسی و کنترل کننده های استوانه ای ( Drum Controller ) میباشند. شکل ۱ـ۲ را ببینید.

## راه اندازهای (کنترل کننده های) موتور (Motor Controllers)

راه انداز های موتورها که یا به کمک آهنربا و یا به صورت دستی کار می کنند، مخصوصاً برای راه اندازی و ایست موتورهای الکتریکی طرح شده اند. راه اندازها را بر حسب اسب بخار ( HP ) درجه بندی می کنند که دارای اندازه های استاندارد است و توسط NEMA تعیین می شود .

( NEMA = National Electrical Manufacturers Association )

از کنترل کننده های موتور باید بنحوی استفاده شود که اندازه اسمی انتخاب شده برابر یا بزرگتراز اندازه اسمی موتور بر حسب اسب بخار باشد که آن را در ولتاژ مورد نظر یکفاز یا سه فاز کنترل خواهد کرد . از کنترل کننده های

omoorepeyman.ir

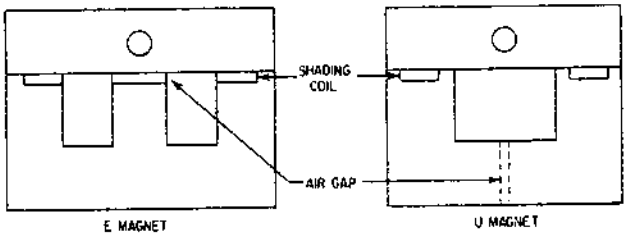
دستی در مواردی استفاده میشود که راه انداز را بتوان نزدیک به اپراتور تجهیزاتی که بوسیله موتور به حرکت در می آید، نصب کرد . اما بیشتر موتورهایی که در صنایع مورد استفاده میباشند، به وسیله راه اندازهای مغناطیسی کنترل میشوند.

### راه اندازهای ( کنترل کننده های ) مغناطیسی موتور

راه اندازهای مغناطیسی موتور تشکیل می شوند از یک آهنربا، یک سیم پیچ عملیاتی ، یک آرماتور(قسمت متحرک ، که هنگام برقدار شدن سیم پیچ به آهنربا میچسبد، یک نگهدار کنتاکتها (که گاهی به آن آلت صلیبی میگویند) یک سیستم کنتاکتها، و ترمینالها، اگر وسیله مورد بحث فقط دارای قسمتها یادشده باشد که به نحوی مناسب بر روی مواد عایق و صفحه پایه نصب شوند ، آن را کنتاکتور می نامند . و در مواردی که رله اضافه بار به کنتاکتور اضافه شود، وسیله را راه انداز موتور می نامند.

### ساختمان آهنربا

شکل ۲_۲ انواع آهنرباهای جریان متناوب را که بیش از همه مورد استفاده قرار می گیرند ، نشان می دهد. آهنربایی به شکل E که دارای آرماتوری به شکل I است از یک سیم پیچ که در اطراف پایه مرکزی پیچیده شده است، استفاده می کند . این آهنربا دارای یک فاصله هوایی است که از تراشیدن پایه وسطی کمی کوتاهتر از دو پایه بیرونی، بوجود می آید . با ساییده شدن سطح قطبها این فاصله هوایی رو به کاهش می گذارد . هنگامی که فاصله هوایی به صفر تنزل کند، آهنربا بسیار پر سرو صدا می شود و آخر سر به دلیل وجود پسماند مغناطیسی به طور کامل چسبیده باقی میماند. اگر این اتفاق افتاد، لازم است اقدام به تعویض آهنربا و آرماتور نمود. در هردو مورد قطعه ای که به شکل I و به صورت افقی در بالای آهنربا در شکل ۲_۲ نشان داده شده است ، همان آرماتور است .




**شکل ۲_۲** ساختمان آهنربا

آهنربایی به شکل U که دارای آرماتوری به شکل I است به نحوی طرح می شود تا فاصله هوایی در مسیر خطوط آهنربایی ، در محلی دورتر از سطوح قطبها تشکیل شود . در این طرح فاصله هوایی نمی تواند به علت ساییدگی مکانیکی تغییر کند. در این ساختمان معمولاً از دو سیم پیچ که هر یک بر روی هر کدام از ستونهانصب می شود، استفاده میگردد و می توان از آنها به صورت سری یا مـوازی برای دو ولتاژ مناسـب ، اسـتفاده کـرد. معمولاً هر دو سیم پیچ در داخل یک کپسول واحد قرار می گیرند .

در هر دو طرح اگر سیم پیچ سایه افکن ( Shading Pole ) فراموش یا شکسته شده باشد ، سبب خواهد شد آهنربا پرسر و صدا شود که در این صورت باید آهنربا و آرماتور را تعویض نمود.

سرو صدای آهنربا ممکن است به علت شل بودن صفحات هسته که در آن سرپرچها درست تشکیل نشده باشند یا سطح قطبها خوب تراشیده نشده باشند یا پس از پایان تراش ، صفحات جا به جا شده باشند نیز پیش آید. اتفاق اخیر هنگامی ممکن است که مجموعه آهنربای سوار شده ، زمین خورده باشد .

هنگامی که شدت جریان در سیم پیچ یک کنتاکتور یا رله جریان متناوب از وضعیت صفر عبور کند، نیروی کشش یا توان جـذب آهنربای آن صفـر می شود . لـذا وسیله مورد نظـر میل به باز شدن می کند مگر آنکه سیم پیچ «سایه افکن» در سطح قطبهای آن جا سازی شده باشد . در هر صورت پس از عبور از صفر، شدت جریان دوباره در

omoorepeyman.ir

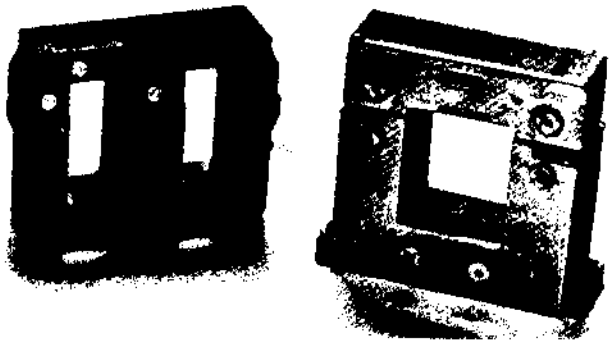
جهت مخالف تاثیر پذیر می شود و وسیله دوباره به حالت بسته جذب می شود. نفس کار در هر وسیله ای که با جریان متناوب کار می کند تولید صدای وزوز، و در واحدهای معیوب بروز صدای پچ پچ است . معمولاً پچ پچ با استفاده از سیم پیچ سایه افکن که در مدار مغناطیسی متورق وسیله جاسازی می شود، بر طرف میگردد . سیم پیچ سایه افکن تولید فلوی مغناطیسی می کند تا اختلاف فازی که برای تولید نیروی نگهداری لازم در زمان کوتاهی که فلوی اصلی صفر است کافی باشد و وسیله را در حالت وصل حفظ کند . حتی با وجود سیم پیچهای سایه افکن سطوح فاصله هوایی باید عاری از کثافات بوده و به خوبی جاسازی شده باشد تا از سروصدای زیاد اجتناب شود . سیم پیچهای سایه افکن شکسته کار ساز نیستند و سبب کار پر سر و صدا می شوند. شکل ۳_۲ دو نوع قطبهای مغناطیسی نمونه را ( شامل آهنربا و آرماتور) که در کنتاکتورها به کار می روند ، نشان می دهد. طرحواره شکل ۲_۲ محل سیم پیچ سایه افکن را برای انواع E و U نشان می دهد که در شکل ۳_۲ نیز دیده می شوند.

برای کار ساکت کنتاکتورهای جریان متناوب، لازم است سطوح قطبهابخوبی باهمدیگر جفت وجور شوند.وجود هرگونه کثافتی در این ناحیه سبب بیشتر شدن فاصله هوایی می شود و در نتیجه، وظیفه سیم پیچ آهنربا سنگینتر میشود.

سیم پیچهای جریان مستقیم ، در وضعیت عادی کار تحت تاثیر شرایط جریان صفر قرار نمی گیرند و به این دلیل وسایلی که با جریان مستقیم کار می کنند بی سرو صدا میباشند.

## سیم پیچهای ( آهنرباهای ) عملیاتی

سیم پیچهای عملیاتی ، چه برای وسایل جریان متناوب و چه برای جریان مستقیم، از تعداد زیادی حلقه های سیم عایق دار پیچیده شده بر روی قرقره ها که به ترمینالها وصل می شود، تشکیل می گردند. سطح مقطع سیم (اندازه سیم) و تعداد حلقه ها ، ولتاژ اسمی سیم پیچ را تعیین می کند . سیم پیچها باید در ولتاژ اسمی آنها مورد استفاده قرار گیرند. قرار دادن آنهاتحت اضافه ولتاژ یا ولتاژی کمتر ، هر دو حالت ، مطلوب نیست . سیم پیچها، کشش الکترو مغناطیسی لازم را برای بستن و باز کردن کنتاکتها تولید می کنند. سیم پیچها ممکن است درخلاء ورنی زده شوند یا تحت فشار، قالبگیری و فرم دهی شوند و یا فقط با نوار عایق پوشانده شوند. بسیاری از سازندگان از سیم پیچهایی استفاده می کنند. که در داخل مواد اپوکسی یا پلی استر قالب گیری شده اند . سیم پیچها باید بتوانند در برابر تغییرات دما و رطوبت دوره ای بدون آنکه ترک بردارند و یا در برابر دستکاریهای مکانیکی خفیف ، بدون آنکه صدمه ببینند، ایستادگی کنند.



**شکل ۲.۳** آهنرباها و آرماتورها

حتی در دماهای کار آنها ، سیم پیچهای وسایل جریان متناوب باید در ۸۵ درصد ولتاژ اسمی وصل کنند. سیم پیچهای وسایل جریان مستقیم باید در ۸۰ درصد ولتاژ اسمی وصل کنند. انتظار می رود همه سیم پیچها بدون صدمه دیدن ، ۱۱۰ درصد ولتاژ نامی را تحمل کنند. اندازه گیری ولتاژ سیم پیچها باید در ترمینال آنها، و نه در نقطه منبع ولتاژ تغذیه، انجام شود.

omoorepeyman.ir

یک سیم پیچ با مدار باز ،کنتاکتور یا رله ای را براه نخواهد انداخت . هر نوع سیم پیچ مشکوک را باید بلافاصله با یکی که کار می کند تعویض نمود. سیم پیچهایی که کار نمی کنند باید قبل از دور ریختن از نظر باز بودن مدار، اتصال به زمین یا وجود عیب در سیمهای اتصالی ، کنترل شوند . مقدار اسمی سیم پیچهای یدکی باید برای مورد استفاده آن، صحیح انتخاب شوند .

اگر هر تعداد از حلقه های یک سیم پیچ جریان مستقیم اتصال کوتاه شود، مقاومت سیم پیچ کم شده و شدت جریان بیشتری از آن عبور خواهد کرد . ازدیاد جریان ممکن است سبب بروز دمای عملیاتی بیشتر و سوختگی سیم پیچ شود، یا نشود. نتیجه اتصال کوتاه حلقه هایی از سیم پیچ جریان متناوب ، تشکیل ترانسفورماتور و عمل آن است که تولید جریانی بزرگ در نقطه اتصال کوتاه خواهد کرد. معمولاً در پی بروز اتصال کوتاه در سیم پیچ جریان متناوب ، سوختن فوری آن اتفاق می افتد . در هر حال یک سیم پیچ جریان مستقیم ممکن است به مدتی نامحدود یا تا زمانی که خرابی کامل عایقبندی پیش آید ، به کار ادامه دهد.

سیم پیچها باید در ولتاژ اسمی خود کار کنند. وجود اضافه ولتاژ سبب می شود که سیم پیچ در دمای بالاتری کار کند که عمر آن را کوتاه خواهد کرد. همچنین اضافه ولتاژ، سبب خواهد شد کنتاکتور یا رله با نیرویی که بیش ازحد لازم است ، عمل کند که به ساییدگی کنتاکتها و پرس برگشتی آنها ( Bouncing ) در هنگام بسته شدن، کمک می کند. پایین بودن ولتاژ سیم پیچها ممکن است سبب شود که کنتاکتورها و رله ها تنبل عمل کنند. نوک کنتاکتها ممکن است در تماس باشند ولی سیم پیچها نتوانند کنتاکتها را در برابر نیروی فنر به طور کامل ببندند. در این شرایط فشار کنتاکتها نیز پایین تر از نرمال میباشد و ممکن است بیش از حد داغ شده یا به هم جوش شوند. در عین حال امکان داغ شدن بیش از حد و سوختن سیم پیچ وجود دارد زیرا محرک مغناطیسی هنوز در حالتی است که در آن فاصله هوایی باز است.

امپدانس یک سیم پیچ جریان متناوب که یک مدار مغناطیسی با فاصله هوایی بزرگ را کنترل می کند، خیلی کمتر از امپدانس همان سیم پیچ است هنگامی که مدار مغناطیسی دارای فاصله هوایی کم باشد یا اصلاً فاصله هوایی نداشته باشد. بنابراین در « فاصله هوایی باز »، شدت جریانی که سیم پیچ یک آهنربای جریان متناوب مصرف می کند خیلی بیشتر از شدت جریان حالت « فاصله هوایی بسته » است . نظر به اینکه زمان بسته شدن نسبتاً کوتاه میباشد، سیم پیچهای جریان متناوب فقط برای حالتی طرح می شوند که ولتاژ کامل را در حالت بسته بودن تحمل کنند. اگر آهنربا در حالت باز مسدود شده باشد یا ولتاژ برای بستن مدار مغناطیسی کم باشد و سیم پیچ به منبع ولتاژ وصل مانده باشد، سیم پیچ جریان متناوب خیلی زود داغ خواهد شد . سیم پیچهای جریان مستقیم تحت شرایط مشابه قرار نمیگیرند زیرا جریانهای سیم پیچها نسبت به فاصله هوایی تغییر نمی کنند . در برخی کاربردهای مخصوص بعضی سیم پیچهای جریان مستقیم به مدتی کوتاه با جریانی که خیلی بیشتر از جریان اسمی است تغذیه می شوند . انرژی آنی بالا که برای بستن یک کنتاکتور لازم است مخرب نخواهد بود مگر آنکه جریان بالا بر قرار بماند . به این دلیل در هنگام آزمایش کنتاکتورها نباید آنها را در حالت باز مسدود نمود زیرا ممکن است وسیله قطع آنها بی اثر شده باشد.

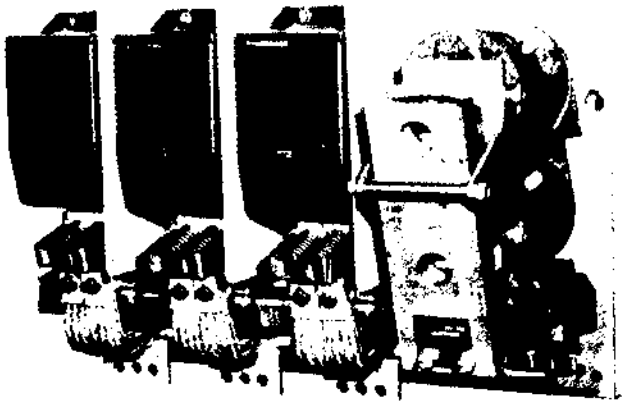
### اتاقکهای جرقه

هنگامی که انتظار می رود کنتاکتورها مدارهایی را باز کنند که قطع جریان آنها مشکل باشد ، درطرح آنها اتاقکهای جرقه پیش بینی می شوند که دارای خواص خاموش کردن جرقه میباشند . در شکل ۴_۲ اتاقکهای جرقه در حالت نصب شده در جای خود ، نشان داده شده اند که اجازه نمی دهند کنتاکتها یا چگونگی طرح آنها برای جلوگیری از خاموش کردن جرقه، دیده شوند. اتاقکهای جرقه را می توان بلند کرده یا پیاده نمود تا کنتاکتها قابل بازدید شوند و تعیین وضعیت اجزای سرامیکی و صفحات فلزی شبکه آنها ممکن شود . اینها اجزای اصلی اتاقکهای جرقه میباشند که عموماً آن را «سرسره جرقه» (Arc Chute) می خوانند. هر وقت اتاقکهای جرقه برای بازدید یا تجدید کنتاکتهابرداشته شوند ، باید به نحوی صحیح سرجای خود برگردانده شوند تا عمل خاموش شدن جرقه موثر باشد . مطمئن شوید که گیره های فنری یا نگهدارهای پیچی در جای خود قرار می گیرند.

درکنتاکتورهای جریان مستقیم، سازه خاموش کننده جرقه عموماًشامل سپری است ازسرامیک فرم دار یا ماده ای

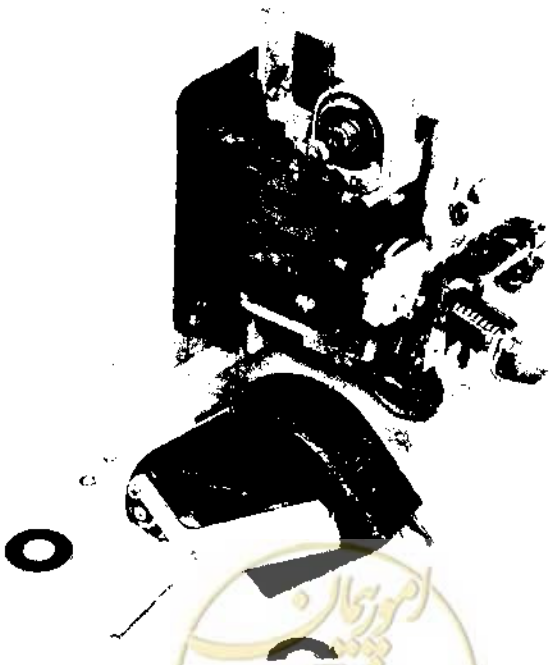
omoorepeyman.ir

که در برابر گرما مقاوم است . شکل ۵_۲ را ببینید. این سپرهای جرقه باید همیشه «پایین» باشند تا جرقه ای را که بوسیله میدان الکتریکی اعوجاج یافته و راهنمایی میشود، دریافت کند درغیراینصورت سپر، نتایج مطلوب را نخواهد داد.



**شکل ۲.۴** کنتاکتور اندازه ۷ NEMA

در کنتاکتورهای بزرگ جریان متناوب ، عمل تقسیم مغناطیسی جرقه بدون استفاده از مزایای سیم پیچ دمنده میدان مغناطیسی آنرا محدود، تقسیم و خاموش می کند. درحین جدا شدن کنتاکتها،عکس العمل مغناطیسی اتفاق می افتد که جرقه را فرم داده و آنرا کشیده می کند . جرقه به داخل یا مقابل شبکه های فلزی بلند میشود و در آنجا به یک سری جرقه کوچک تقسیم می شود. در نقطه صفر بعدی تناوب جریان ، هوای مجاور هر شبکه فوراً، خاصیت یونیزه بودن خود را از دست خواهد داد و ولتاژ هر شبکه برای برقراری دوباره جرقه کافی نخواهد بود و جرقه خاموش خواهد شد.در هنگام استفاده ازاین نوع خاموش کننده جرقه، مشابه سپر جرقه در کنتاکتورهای جریان مستقیم، خاموش کننده ها بر بالای کنتاکتها سوار می شوند و به سادگی برای بازدید کنتاکتها قابل پیاده کردن میباشند. کنتاکتورهای کوچک جریان متناوب دارای اتاقکهای جرقه ای میباشند که فلز کمی دارد یا اصلاً ندارد زیرا فاصله هوایی کنتاکت و مواد اتاقک جرقه برای قطع جریانهای پایین کافی میباشند.



**شکل ۲.۵** کنتاکتور جریان مستقیم با « سرسره جرقه » پیاده شده

omoorepeyman.ir

### هادیهای بافته شده اتصال (Braided Shunts)

بسیاری از وسایل کنترل کننده مدارهای نیرو دارای ساختمان تک کنتاکت میباشند و ازهادیهای اتصال دهنده بافته شده برای انتقال جریان استفاده می کنند. شکل ۴_۲ یا ۵_۲ دیده شوند . این اتصالات با مفتولهای نازک بسیاری ساخته می شوند . مفتولها گاهی در محل خم شدگی اتصال پاره می شوند و مفتولهای سالم که اینک باید کل جریان را عبور دهند، داغ شده و آخر سر به طور کامل می سوزد. اتصالهای ساییده شده را اگر تعداد قابل ملاحظه ای از مفتولهای آنها قطع شده باشند ، باید تعویض نمود.

### راه اندازهای دستی موتور

شکل ۶_۲ را ببینید. بیشتر راه اندازهای دستی برای کنترل موتورهای کوچکی به کار میروند که تجهیزات وصل به آنها را میتوان به صورت انفرادی راه اندازی نمود. یک نفر اپراتور باید در محل راه انداز حاضر باشد تا موتور را روشن و خاموش کند یا پس از وقوع اضافه بار، دوباره راه انداز را مسلح ( Re- Set ) کند. عملیات نگهداری کنتاکتهای یک راه انداز دستی و رله های اضافه بار آن فرقی با مشابه مغناطیسی ندارد. بعضی از راه اندازهای دستی موتور دارای آهنربا و سیم پیچی است که به نحوی وصل شده است که در صورت کم یا صفرشدن ولتاژ ، راه انداز را قطع کند . راه اندازهای دستی که فاقد این وسیله میباشند متعاقب قطعی برق و سپس برگشت اوضاع به حالت عادی، ممکـــن است باعث راه افتـــادن دوباره موتـــور شوند . هنگام کنترل تاسیساتی با راه اندازهای دستی ، نسبت به حالت راه اندازها، هشیار باشید. هنگامی که برق قطع است راه انداز ممکن است در حالت وصل باشد .

### کنتاکتها

همه راه اندازها دارای کنتاکتهایی هستند که از مس و یا از آلیاژ نقره ساخته می شوند و به صورت جفت تنظیم می شوند. از کنتاکتهای هر جفت یکی ساکن و دیگری متحرک است و بوسیله مکانیزمی که دستی یا مغناطیسی عمل می کند ، کنترل میشود . فشار کنتاکت بوسیله نیروی یک فنر تولید میشود که بر روی کنتاکت متحرک اثر می کند. برای هر قطب ، جفت های کنتاکت یا به صورت تک کنتاکت و یا دوبل کنتاکت آرایش داده می شوند. شکل ۷_۲ را ببینید.

### پرش برگشت (Bouncing)

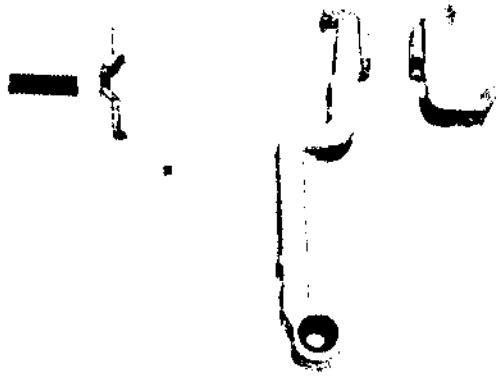
کنتاکتها ممکن است به نحوی که در شکل ۷_۲ نشان داده شده است از روبرو با هم بسته شوند یا مانند رئوستا با اصطکاک با یکدیگر تماس پیدا کنند. کنتاکتهای راه اندازهای مغناطیسی با سرعتی زیاد به هم برخورد می کنند که در اثر حرکت آرماتور وصل شده به آهنربا که از یک سیم پیچ نیرو می گیرد، رانده می شود. برخورد با سرعت زیاد سبب می شود که کنتاکتها برگشت پیدا کرده یا ریباند( Rebound ) کنند و به عبارتی دیگر به مدت ۲ تا ۳۰ میلی ثانیه یکبار یا بیشتر باز و بسته شوند در حالی که حامل جریان برق میباشند . در زمانی که کنتاکتها باز میباشند ، جرقه زنی بین اجزای کنتاکتها بوجود می آید. هر چه شدت جریان بیشتر و زمان جرقه زنی طولانی تر باشد ، حرارت زیادتری تولید می شود . اگر در ناحیه ای از سطح کنتاکت به اندازه کافی حرارت تولید شود، ماده کنتاکت در آن ناحیه ذوب می شود. سپس هنگامی که کنتاکت برای بار آخر بسته شد فلز مذاب دوباه تغییر حالت داده و در کنتاکترا به یکدیگر جوش می دهد. برای هر یک از طرحهای مورد نظر، احتمال جوش خوردن در شرایط زیر بیشتر است :

(۱) هنگامی که کنتاکتها برای اولین بار عمل می کنند و دو سطح جفت شونده آنها صاف بوده و از نظر محتوای نقره ، غنی باشند.

(۲) هنگامی که کنتاکتها خیلی ساییده شده باشند به نحوی که مقدارمجازفرسودگی را کمتر کرده(Overtravel ـ سیر اضافی ) و تقریباً به صفر برساند درنتیجه فشار کنتاکت در حالت بسته بودن از بین خواهد رفت . فشار کنتاکت ممکن است در اثر از دست رفتن آبدیدگی فنرهای اضافه سر ( Overtravel ) در نتیجه داغ شدن آنها یا بروز شکستگی در آنها نیز به وجود آید .

omoorepeyman.ir

**شکل ۲.۶** راه اندازهای دستی موتور



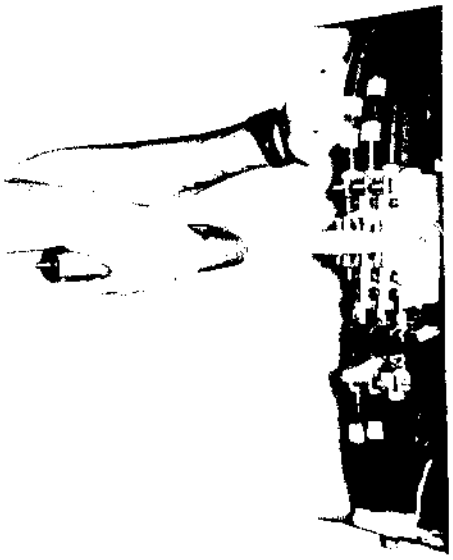
**شکل ۲.۷** کنتاکتهای تک و دوپل کنتاکت

**فشار کنتاکتها**

فنرهای ضعیف مربوط به سیر اضافی کنتاکتها ، سبب ایجاد فشار کم در کنتاکتها شده وسبب ریباند(Rebound) بیش از حد خواهد شد . فشار کم فنرممکن است سبب داغ شدن کنتاکتها شود. کنتاکتهای پرش دار اغلب سبب جوش خوردن سطح کنتاکتها می شوند . بنابراین فنرها را از نظر وجود علائم فرسودگی ، کنترل کنید . مقایسه ای بین یک فنر فرسوده و یک فنر نو تا جایی که مربوط به اندازه ، فرم ، رنگ ، و نیروی آن است ، بطور تقریبی نمایانگر این خواهد بود که فنر کار کرده توانایی خود را از دست داده است یا نه . اگر هر نوع تردیدی نسبت به وضعیت فنر وجود داشته باشد، فشار ( نیروی ) اولیه و نهایی فنر را اندازه گیری و با مقادیر توصیه شده توسط سازنده مقایسه کنید.

فشار کنتاکت را با استفاده از میزان فنر اندازه گیری می کنند که در شکل ۲.۸ نشان داده شده است . تغذیه را قطع کرده و اتاقک جرقه را پیاده کنید.

omoorepeyman.ir



**شکل ۲.۸** طرز اندازه گیری فشار کنتاکتها

دور هر یک از کنتاکتهای متحرک، با استفاده از نخی قوی یا طنابی باریک که به قدرکافی بزرگ باشد حلقه ای ببندید که تا هر دو سمت نگهدار کنتاکتها( آلت صلیبی ) ادامه داشته باشد . حلقه را با میزان فنر، درگیر کنید. در حالی که کنتاکتها باز میباشند ، با کشیدن میزان فنر مقدار نیروی لازم برای شروع حرکت کنتاکتور(و به عبارت دیگر جمع شدن فنر سیر اضافی) را تعیین کنید. نتیجه این اندازه گیری ، نیروی اولیه کنتاکت است. هر یک از فنرهای کنتاکت را اندازه گیری کنید.

سپس برای کنتاکتوری با قطبهای باز در حالت عادی در حالی که کنتاکتور در حالت وصل بوده یا آرماتور با وسیله ای دیگر در برابر آهنربا بیحرکت شده است ، نیروی لازم برای شروع حرکت کنتاکتهای متحرک (کنتاکت پل مانند) نسبت به کنتاکت ثابت را تعیین کنید. این مقدار نیروی نهایی کنتاکنت است .

کلیه اندازه گیریها باید با کششی یکنواخت و روان در خطی مستقیم و عمود برسطح کنتاکت انجام شود . برای کنترل فشار کنتاکتها بیرون آوردن کنتاکتورها از محفظه آنها لازم نخواهد بود اما همه نیروی برق وصل شده به کنتاکتها باید قطع باشد.

آرماتور متحرک باید در مورد کنتاکتورهایی که درحالت عادی باز میباشند در وضعیت بسته نگهداشته شود اما کنتاکتورهایی که مجهز به فنر بوده و در حالت عادی بسته میباشند ، این اشکال را ندارند . هر یک از قطبها را به صورت مجزا کنترل کنید و تنظیم نیروها را اندازه گیری و یادداشت کنید. همیشه نتایج بدست آمده را با مقادیر توصیه یا اعلان شده سازنده مقایسه کنید.

جز در مواردی که روشی توسط سازنده برای تغییر فشار کنتاکتها توصیه شده باشد، برای زیاد یا کم کردن فشار فنر اقدام به کج کردن هیچیک از قطعات چه ثابت و چه متحرک نکنید. شایعترین علل از دست رفتن فشار فنر ، داغ شدن بیش از حد فنر و یا ساییدگی ماده کنتاکتها است . هنگامی که کنتاکتها حامل جریانهایی بیش از حد باشند یا اتصالاتی ناقص وجود داشته باشند. دمای کنتاکتها ممکن است زیاد شود و فنرهای کنتاکتها ممکن است آبدیدگی و در نتیجه نیروی خود را از دست بدهند. در مواردی ممکن است فنری شکسته شود که نتیجه آن از دست رفتن فشار و تشکیل کنتاکتی با مقاومت زیاد است که بیش از کنتاکتهای مجاور گرم خواهد شد. اگر یک دست از کنتاکتها بیش از کنتاکتهای مجموعه خود سوخته باشد، علت را تعیین کنید. علت ممکن است وجود یک فاز بااضافه بار، فشار کنتاکت ناکافی ، فنری ضعیف یا شکسته ، وجود نامیزانی یا اشکالی به صورت نوعی مداخله مکانیکی باشد.

omoorepeyman.ir

## ساییدگی مجاز ( پیش بینی شده ) کنتاکت

ساییدگی مجازکنتاکت یک مقدار خطی است که نمایانگر ضخامت ماده کنتاکت است که سازنده وسیله کنترل انتظار دارد در طول عمر زوج کنتاکت ، ساییده و مصرف شود. ساییدگی مجاز کنتاکت را اضافه سیر (Overtravel) نیز می نامند. سازندگان گاهی در مدارک راهنمای خود که همراه وسیله تحویل می دهند، مقدار ساییدگی پیش بینی شده در طرح وسیله را ارائه می دهند. در مواردی که مقدار ساییدگی پیش بینی شده برای یک وسیله کنترل مغناطیسی با کنتاکتهایی که در حالت عادی باز میباشند اعلام نشده باشد، می توان آنرا به ترتیب زیر محاسبه نمود:

مقدار ساییدگی مجاز (پیش بینی شده) یا اضافه سیر = فاصله هوایی کنتاکت ـ فاصله هوایی آهنربا که در آن:

فاصله هوایی آهنربا = فاصله بین آهنربا و آرماتور در حالتی که تغذیه کاملاً قطع باشد.

فاصله هوایی کنتاکت = فاصله بین زوج کنتاکتها در حالت باز

این رابطه برای هر زمانی در طول عمر وسیله ، قابل استفاده میباشد. به نحوی که نشان داده شده است از آن برای سیستمهای با عمل بدون واسطه مغناطیسی ، استفاده کنید . برای سیستمهای مغناطیسی مخصوص (Clapper, Bell-Crank ) رابطه بالا را باید با ضریبی که از نسبت اهرمهای بکار رفته به دست می آید، ( فاصله بین نقطه لولا تا نقطه اثر ) تصحیح نمود.

## ساییدگی و تعویض کنتاکت

کنتاکتورها درحین کار ، تحت تاثیر هر دو نوع فرسودگی مکانیکی و الکتریکی قرار دارند . در بیشتر موارد فرسودگی مکانیکی قابل ملاحظه نمی باشد. تحلیل کنتاکتها به علت فرسودگی الکتریکی اتفاق می افتد. در هنگام جرقه زنی موادی از هر کنتاکت بخار شده و از سطح مفید تماس رانده می شود . یک بازدید دقیق از ظاهر سطح کنتاکتها و اندازه گیری اضافه سیر ( Overtravel ) باقی مانده ، اطلاعات لازم برای اخذ حداکثر عمر مفید از کنتاکتها را ، به مصرف کننده خواهد داد.

**شکل ۹_۲** کنتاکتها با فرسودگی عادی در سرویس

## اندازه گیری اضافه سیر(Overtravel)

عمر کنتاکتها هنگامی پایان می یابد که اضافه سیر کنتاکتها به ۰/۵ میلیمتر (۰/۰۲۰اینچ) یا کمتر کاهش یابد.

اضافه سیر یک مجموعه کنتاکت ، آن بخش از سیر حرکت است که کنتاکت متحرک پس از تماس با کنتاکت ثابت پیشروی می کرد اگر جلوی پیش روی ( سیر ) آن به وسیله کنتاکت ثابت ، گرفته نمی شد.

روشی برای اندازه گیری اضافه سیر در مورد آهنرباهای با اثر مستقیم ، به ترتیب زیر است :

۱- یک فیلر ۰/۵ میلیمتری ( ۰/۰۲۰ اینچی ) را بین آرماتور و آهنربا قرار دهید در حالی که آرماتور ، کیپ آهنربا نگه داشته شده است .

۲- مداومت مدار را در هر یک از قطبها کنترل کنید و به عبارت دیگر آیا در این شرایط مدار از یک ترمینال تا

omoorepeyman.ir

ترمینال دیگر باز است یا نه .

۳ـ اگر در همه فازها مداومت مدار برقرار باشد ، بقیه اضافه سیر کافی میباشد . اگر مداومت در همه فازها وجود نداشته باشد ، کلیه کنتاکتهای ثابت و متحرک همچنین فنراضافه سیر کنتاکت های متحرک را تعویض کنید. پس از تعویض قطعات ، کنتاکتور را دستی راه اندازی کنید تا مطمئن شوید که چسبندگی به وجود نمی آید .

هنگامی که بازبینی یا اندازه گیری نشان داد یک یا چند قسمت تشکیل دهنده قابل استفاده نمیباشد ، کلیه فنرها و کنتاکتها را عوض کنید .

## ظاهر کنتاکتها

ظاهر کنتاکتها نو دارای رنگ نقره ای ( یا مسی ) یکنواخت میباشند. در شروع سرویس سطح کنتاکتها آبی رنگ خواهند بود . فرم هندسی کنتاکتها بدون تغییر میماند. گوشه های تیز خارجی با دانه های نقره ای یا مسی، پخ خواهند شد . شکل ۹ـ۲ را ببینید . در پایان عمر مفید در شرایط عادی ، رنگ آنها به قهوه ای یا سیاه تغییر خواهد یافت که لکه های سفید نقره ای یا مسی براق در سطح آن پراکنده اند. سطح دارای ظاهری مانند قلم کاری ریز خواهد بود. جابه جایی ماده ، زیر و زبرهای کوچکی را در سطح دکمه کنتاکت ایجاد خواهد کرد. شکل ۱۰ـ۲ را ببینید. شرایط غیر عادی ظاهری را به کنتاکت خواهند داد که در جدول ۲ـ۲ شرح داده شده است .

## پرداخت کنتاکتها

کنتاکتهایی که عمر مفید آنها پایان نیافته ولی تحت تاثیر جریانهای سنگین بوده اند، به نحوی که در جدول ۲ـ۲ شرح داده شده است ، ممکن است دانه های بزرگ نقره ای یا مسی پیدا کرده باشند. این دانه ها را می توان با استفاده از سوهانی ظریف « پرداخت » نمود. از سنباده استفاده نکنید. شعاع کنتاکت یا شکل آنرا تغییر ندهید . احتیاجی به زدودن لایه سیاه رنگ از پوشش نقره یا آلیاژ نقره ، نخواهد بود. اکسید نقره ای که بر روی این گونه کنتاکتها تشکیل می شود، در برابر جرقه از بین خواهد رفت . اگر کلیه کنتاکتهای روی وسیله را نتوان با پرداخت بازسازی نمود، مجموعه آنها را عوض کنید . اگرکنتاکتها یکی یکی تعویض شوند ، به زوال هر چه بیشتر وسیله خواهد انجامید. اگر کنتاکتهای یکی از قطبهای کنتاکتور پی در پی دچار سوختگی شود، علت را پیدا کنید. علت یا در بارالکتریکی است یا در وجود اشکالات مکانیکی . ممکن است اتاقک جرقه صدمه دیده یا درست در جای خود قرار نگرفته باشد.

**شکل ۱۰ـ۲** کنتاکتها در پایان عمر مفید

omoorepeyman.ir

**جدول ۲.۲** ظاهر کنتاکتها در شرایط غیر عادی بهره برداری

| ظاهر کنتاکتها | علت |
|---|---|
| بلند شدن گوشه دکمه از سطح حامل و بروزانحنادرآن | انحنای کنتاکت معمولاً در نتیجه بروز حرارت بسیار زیاد حاصل میشود مانند شرایطی که در حرکتهای دست انداز گونه یا قدم آهسته وجود دارند |
| نامنظم شدن محیط دگمه یا ساییدگی شیبدار آن | یک گوشه کنتاکت ممکن است از سه گوشه دیگر آن سریعتر ساییده شود. این ساییدگی معمولاً به دلیل نامیزان بودن کنتاکتهای ثابت و متحرک نسبت به هم است . اگر معلوم شد که یکی از کنتاکتها تقریباً با فلز حامل کنتاکت تماس دارد، کنتاکتها رابابد عوض کرد. |
| وجود دانه های بزرگ مس یا نقره در لبه کنتاکت | قطع شدت جریانی بیش از حد زیاد |
| خال جوش ( هسته ای از نقره یا مس صاف و براق احاطه شده با هاله ای زبر) | وصل جریان بیش از حد زیاد. عملیاتی با تکرار زیاد مانند حالت جا گینگ ( Jogging ) |

## کنتاکتورهای خلاء

کنتاکتهای کنتاکتورهای خلاء ، به صورت جفت کنتاکت، یکی ثابت و دیگری متحرک ، در داخل محفظه ای از جنس سرامیک و در وضعیتی غیر قابل نفوذ برای هوا قرار دارند. کنتاکت متحرک وصل به یک دم فانوسی شکل (آکوردئون ـ Bellows ) فلزی است که همراه با محفظه سرامیکی ، شامل خلاء می باشد. دم فانوسی مود بحث اجازه میدهد که یک سیستم مغناطیسی، بدون آنکه در خلاء تغییری حاصل شود ، کنتاکت متحرک را به سمت کنتاکت ثابت و برعکس ، حرکت دهد . هر جفت کنتاکتی که در داخل یک محفظه سرامیکی و فلزی سوار می شود بطری (Bottle) خوانده می شود. شکل ۱۱ـ۲ را ببینید . این مجموعه باید در هنگامی که خلاء از دست رفته یا اضافه سیر کنتاکتها به حداقلی که توسط سازنده تعیین شده است تقلیل یافته باشد، تعویض شود . همه قطبهای یک کنتاکتور خلاء را باید همزمان تعویض نمود. در هنگامی که کنتاکتهای خلاء در داخل کنتاکتور نصب نیستند، چنین به نظر می آید که ازنوعی هستند که درحالت عادی بسته می باشند زیرا فشار جو که روی دم فانوسی نیرو وارد میکند کنتاکتهای متحرک را به سمت کنتاکت ثابت می راند. سیستم فنرهای کنتاکتورهای خلاء ، این منبع اضافی فشار کنتاکتها را خنثی می کند و بطریهای خلاء که ظاهراً محتوی کنتاکتهای بسته در حالت عادی میباشند، پس از آنکه به نحوی صحیح در داخل کنتاکتور نصب شدند ، ناگهان تبدیل به کنتاکتهای باز در حالت عادی می شوند.

این نوع کنتاکتورها را به این علت کنتاکتور خلاء می نامند که کنتاکتهای آنها به جای هوا یا روغن ، در خلاء کار می کنند . از سایر نظرها اینها مشابه کنتاکتورهای هوایی یا روغنی میباشند. این کنتاکتورها اغلب شامل رابطهای قفلی ( Interlock ) از نوع الکتریکی و مکانیکی میباشندکه احتیاج به دقت زیاد در نصب یا تنظیم دارند زیرا فاصله آزاد کنتاکتها و در نتیجه فاصله آزاد آهنربای آنها در مقایسه با لوازم هوایی با همان توان اسمی ، بسیار کوچک است . کنتاکتورهای خلاء معمولاً مجهز به سیم پیچهای جریان مستقیم میباشند که از جریان متناوب یکسو شده تغذیه می کنند. نگهداری اجزای کنتاکتورها غیر از خود کنتاکتها مانند، کنتاکتورهای هوایی است .

omoorepeyman.ir

**شکل ۱۱_۲** مجموعه های کنتاکتهای خلاء یا " بطری " ها

## بازرسی کنتاکتورها

پس از آنکه کنتاکتوری چندین بار بر مبنای فواصل هفتگی یا ماهانه وارسی گردید فواصل بازدیدهای دوره ای را می توان براساس وضعیت اضافه یا کم نمود که بستگی به سختی شرایط کار دارد.

نیروی برق باید از راه انداز جدا شده و بازرسی به ترتیب زیر انجام شود :

### ۱_ بازدید کلی

- اجزای شل شده ، حذف شده ، شکسته یا زنگ زده سخت افزار را جستجو کنید.
  مفصلهای محل گردش، خارها و گوه ها ، فنرها و دیگر اجزای مکانیکی را کنترل کنید.
- اجزای متحرک را جز در مواردی که توسط سازنده مشخصاً دستور داده شده باشد،روغنکاری نکنید.
  در غیر این صورت روغنکاری فقط جمع شدن گرد و خاک و کثافات را سرعت خواهد بخشید.

### ۲_ اتاقکهای جرقه

- اتاقکهای جرقه را از نظر اجزای شکسته یافرسوده سرامیکی و صفحات فولادی شبکه بازبینی کنید.
  همچنین کنترل کنید که آیا مواد تشکیل دهنده کنتاکتور یا کاربن یا مواد هادی خارجی ، بیش از حد روی سطوح قسمتهای عایق جمع شده اند؟
- قسمتهای شکسته یا آنهایی که خیلی فرسوده شده اند را تعویض کنید.
- همه قسمتهایی را که تجمع بیش از حد مواد هادی دارند تمیز یا تعویض کنید.

### ۳_ کنتاکتها

- بااستفاده از یک سوهان دنده ریز اکسیدهای اضافی و دانه های بزرگ ماده کنتاکت را از سطح کنتاکتهای مسی پاک کنید.
- برای پاک کردن کنتاکتها نباید از کاغذ سنباده استفاده شود.
- سطح کنتاکتهای آلیاژ نقره را سوهانکاری نکنید مگر آنکه دانه های بزرگی در لبه های کنتاکت تشکیل شده باشند .
- هنگام تعویض کنتاکتها یا اجزای دیگر حامل جریان ، سطوحی را که به همدیگر پیچ خواهند شد ، تمیز کنید .

omoorepeyman.ir

- اگر امکان تنظیم پیش بینی شده باشد و در صورتی که لازم تشخیص داده شود ، کنتاکتها را از نوبه خط ( Re- Align ) کنید و اضافه سیر را تنظیم نمایید.
- هرگز از کنتاکتهای جایگزین که از آلیاژی دیگر ساخته شده اند ، جز با تصویب سازنده ، استفاده نکنید.

**۴ـ هادیهای اتصال ( شنت ها ) ( Shunts )**

- شنت های بافته شده ای که دارای مفتولهای شکسته یا ساییده شده میباشند را عوض کنید.
- اگر قسمتهای حامل جریان رنگ پریده باشند ، نقاط اتصال شنت ها را پاک کنید . در مواردی که ترمینالها از نوع آب نقره یا قلع اندود باشند، قبل ازنصب ، آنها را با استفاده از « پشم فولادی » برق بیندازید . از اسیدها با پولیش های فلزی خورنده استفاده نکنید.

**۵ـ سیم پیچهای خاموش کن ( Blowout Coils )**

- سیم پیچهای خاموش کن را از نظر وجود اتصالات رنگ پریده ، حلقه های اتصال کوتاه شده و سخت افزار شل شده کنترل کنید. عایقبندی حلقه ها و فاصله بخشهای ( Spacers ) سیم پیچها را بازرسی نمایید و در صورتیکه سوخته یا ترک خورده و یا شکننده شده باشند، تعویض کنید.

**۶ـ ترمینالها، بلوکهای کنتاکت ، شینه ها و کنکتورها**

- اتصالات رنگ پریده معمولاً علامت وجود اضافه دما میباشد که احتمالاً نتیجه اتصالات شل شده است.
- انتهای اتصالات رنگ پریده را تمیز کنید و همه سخت افزارها را محکم کنید. احتیاطهای ذکر شده در بند ۴ بالا را رعایت کنید . از اسیدها یا پاک کننده های خورنده و کاغذ سنباده استفاده نکنید. اگر از پشم فولاد استفاده شده باشد ، ذرات پشم فولاد باید زدوده شوند. سنگ سنباده ماسه ای ( Sandpaper ) نرم یا مواد خنثی مانند گرد سنگ ( Pumice ) بهترین ساینده ها میباشند.

**۷ـ مقره ها**

- گرد و خاک و کثافتهارا از قسمتهای عایقبندی کننده تمیز کنید.از پارچه یا دستمالهای تمیز استفاده کنید. اگر احتیاج به رطوبت باشد ، از الکل خنثی ( طبی ) استفاده کنید.
- اگر روی سطح مقره ها مسیرهای ذغال شده وجود داشته باشد یا مقره های شکسته یافت شوند، قسمتهای معیوب را عوض کنید.
- به عنوان آخرین چاره ، مسیرهای ذغال شده را می توان تراشید و با ورنی عایق ، رنگ کرد.
- قبل از برگرداندن مقره های تعمیر شده به سرویس ، باید آنرا از نظر ایستادگی دی الکتریک ، آزمود. وسیله آزمون فشار قوی را روی ولتاژی که حداقل دو برابر ولتاژ یا ۱۰۰۰ ولت ، هر کدام که بیشتر میباشد ، تنظیم کنید.

**۸ـ مجموعه آهنربا**

- آهنربا را از نظر سطح کثیف یا زنگ زده قطبها ، نقاط لولایی و دیگر قسمتهای متحرک آنها کنترل کنید.
- مجموعه را از نظر آهن آلات شل شده،سیم پیچ سایه افکن شکسته یا معیوب و تسمه ها و لایی های پر کننده گم شده ، کنترل کنید.
- سیم پیچ عامل را از نظر وجود عیوب الکتریکی و مکانیکی کنترل کنید و در صورتی که در وضعیتی مشکوک باشد ، آن را تعویض کنید.
- آرماتور را با دست به حرکت در آورید و از نظر وجود تداخل مکانیکی وسایش ، کنترل کنید. آرماتور باید راحت کار کند و در هیچ وضعیتی گیر نکند.

omoorepeyman.ir

## ۹. عملیات الکتریکی

- کنتاکتور را با استفاده از برق ( بی بار) راه اندازی کنید و بر نحوه عمل آهنربا نظارت کنید. مطمئن شوید که آهنربا به نحوی درست کار می کند و آرماتور در وضعیت بسته ، کاملاً جذب است .
- اگر آهنربا از نوع جریان متناوب باشد، آنرا از نظروجود سرو صدای غیر عادی ، کنترل کنید.
- اگر کنتاکتور از نوع غوطه ور در روغن باشد، نمونه ای از روغن را آزمایش کنید. مخزن روغن را تا سطحی که لازم است ، با روغنی مرغوب و تمیز ( آزمون دی الکتریک برابر ۲۸ کیلو ولت یا بیشتر) پر نگه دارید.
- درجه عایقبندی را بین فازها ، فاز و زمین ، و فاز و مدار کنترل ، چک کنید . از وسیله آزمون عایقبندی فشار قوی روی تجهیزاتی با ولتاژ کمتر از ۶۰۰ ولت ، استفاده نکنید.

### راهنمای عیب یابی برای کنتاکتورها

جدول ۳_۲اطلاعاتی را برای عیب یابی کنتاکتورها ارائه می دهد.جدولهای ۴_۲ و ۵_۲ مقداراسمی راه اندازهای مغناطیسی موتورها با ولتاژ کامل یکفاز را به ترتیب برای نوع کار غیر کوتاه مدت مکرر ( Nonjogging ) و کوتاه مدت مکرر ( Jogging ) ارائه می دهد . جدولهای ۶_۲ و ۷_۲ مقدار اسمی راه اندازهای مغناطیسی موتورها با ولتاژ کامل سه فاز را به ترتیب برای نوع کار غیر کوتاه مدت مکرر(Nonjogging ) و کوتاه مدت مکرر( Jogging ) ارائه میدهد.

omoorepeyman.ir

## جدول ۲.۳ عیب یابی و رفع عیب کنتاکتورها

| نوع عیب | علت | نحوه رفع |
|---|---|---|
| داغ شدگی | شدت جریان بار خیلی زیاد است | مقداربار را کم کنید.ازکنتاکتور بزرگتراستفاده کنید . |
| | اتصالات شل وجود دارند | اتصالات کثیف بار رنگ پریده را پاک کنید. سرکابلهای پرسی معیوب را عوض کنید |
| | اضافه سیر و / یا نیروی کنتاکت خیلی کم اند | هریک از کارهای زیر راکه لازم است انجام دهید:اضافه سیررا تنظیم کنید،کنتاکتهاراتنظیم کنیدوفنرهای کنتاکتهاراتعویض کنید. |
| | تجمع اکسید مس یا مواد خارجی دیگر روی سطوح تماس مسی | بایک سوهان ریز دنده پاک سازی کنید.از محفظه تیپ ۱۲برای محیطهای پرگردو خاک استفاده کنید. |
| | بار به مدتی بیش از ۸ ساعت روی کنتاکتهای مسی وصل می ماند. | روش بهره برداری را عوض کنید.باسازنده برای کنتاکتهای جایگزین مناسبتری مشورت کنید |
| | دمای محیط بسیار بالا است | باررا کم کنید. تهویه بهتری را فراهم نمایید. |
| | کابلهای ورودی تغذیه و / یاخروجی (بار) خیلی کوچک اند. | یک جعبه ترمینال نصب کنید و هادیهایی با سطح مقطع بزرگتر را بین کنتاکتور و جعبه ترمینال نصب کنید. |
| جوش خوردن کنتاکتها | اضافه سیر و/ یا نیروی کنتاکت خیلی کم اند | هریک از کارهای زیررا که لازم است انجام دهید:اضافه سیررانتظیم کنید، کنتاکتهاراتنظیم کنیدوفنرهای کنتاکتهاراتعویض کنید. |
| | آرماتور آهنربا از حرکت باز می ماند یا در نقطه تماس کنتاکتها مکث می کند | ولتاژ پایین رادرترمینالهای سیم پیچ تصحیح کنیدزیرا سیم پیچ،شدت جریان زیادراه اندازی را جذب می کند. |
| | به علت افت ولتاژ،کنتاکتهاتاحدلزوم راه اندازی مجدد . از هم جدا می شوند | ولتاژ لازم را در ترمینالهای سیم پیچ حفظ کنیدوسیله حفاظت دربرابر ولتاژ پایین نصب کنید. |
| | پرش برگشتی زیاده از حد به هنگام بستن | حالت اضافه ولتاژ سیم پیچ را برطرف کنید. |
| | هنگام باز شدن کنتاکتهابه حالت بستن ریباندمی کنند | اشکال مکانیکی موجود درمجموعه ترمز کننده را رفع کنید، اشکال مکانیکی موجود درچفت را اگر وجود دارد، رفع کنید. |
| | کنتاکتها نسبت به هم خوب به خط نیستند | کنتاکتها را طوری تنظیم کنید که همزمان بارواداری ۸/۰ میلیمتر ( ۱/۳۲ اینچ ) یاطبق توصیه سازنده تماس پیدا کنند |
| | کار با حرکتهای کوتاه مدت مکرر زیاده از حد سخت است | زمان تکراردوره راتغییردهید.باسازنده درباره کنتاکتهای مقاوم در برابرجوش خوردگی مشورت کنید.ازکنتاکتوربزرگتراستفاده کنید |
| | جریان هجومی راه اندازی بیش از حد زیاد است | کدجریان روتور قفل شده(ترمزشده) موتوربزرگتراز G است بیشترکنتاکتورها برای موتورهای باکدA Gli ساخته میشوند. بنابراین از کنتاکتور بزرگتر استفاده کنید. باسازنده درباره کنتاکتهای مقاوم در برابر جوش خوردگی مشورت کنید. |
| | لرزش ( ویبراسیون ) در نصب راه انداز | راه انداز را به محلی دارای شوک و لرزش کمتر منتقل کنید، راه انداز را نسبت به شوک و لرزش عایق کنید. تکیه گاه محکمتری تهیه کنید. |

omoorepeyman.ir

**جدول ۲.۳** عیب یابی و رفع عیب کنتاکتورها ( ادامه )

| نوع عیب | علت | نحوه رفع |
|---|---|---|
| کوتاهی عمر کنتاکتها | نیروی فشار کنتاکتها کم است | هر یک از کارهای زیر را که لازم است انجام دهید: اضافه سیر را تنظیم کنید، کنتاکتها را تنظیم کنید و فنرهای کنتاکتها را تعویض کنید . |
| | پرش کنتاکت هنگام بستن و باز کردن | ولتاژ نامناسب را در ترمینالهای سیسم پیچ تصحیح کنید هر نوع ایراد مکانیکی یا نامیزانی را رفع کنید |
| | وجود گرد ساینده روی کنتاکتها | از محفظه تیپ ۱۲ استفاده کنید از کاغذ سنباده استفاده نکنید |
| | جریان بار خیلی شدید است | باررا کم کنید . از کنتاکتور بزرگتر استفاده کنید |
| | دوره کار با حرکتهای کوتاه مدت مکرر زیاده از حد سخت است | زمان تکرار دوره را تغییر دهید با سازنده درباره کنتاکتهای با دوامتر مشورت کنید از کنتاکتور بزرگتر استفاده کنید. |
| نحوه خاموشی جرقه نامناسب | اتاقک جرقه در جای خود نیست | اتاقک جرقه را سر جای خود قرار دهید. |
| | اتاقک جرقه صدمه دیده است | عایقبندی شاخکهای جرقه و صفحات شبکه شکسته یا فرسوده را عوض کنید. عایقبندیهای دارای لایه ضخیمی از مواد هادی خارجی را پاک کرده یا جایگزین کنید. |
| | روی شاخکهای جرقه یا ورقهای فولادی شبکه ، کثافات یا رنگ وجود دارد | مواد آلوده کننده را که ممکن است روی شاخکهای جرقه و ورقهای فولادی شبکه جمع شده باشد، پاک کنید |
| | سخت افزار با خواص مغناطیسی با وسایل غیر مغناطیسی در اتاقک جرقه و سیستم خاموش کن جرقه جایگزین شده است | با لوازم مناسب مانند برنز و فولاد ضد زنگ ، جایگزین کنید |
| | سیم پیچ خاموش کن جرقه بر عکس بسته شده یا اتصال کوتاه شده است | جهت بسته شدن را عوض کنید یا از سیم پیچ جدید استفاده کنید |
| | در کنتاکتورهای روغنی ، سطح پایین است یا روغن آلوده میباشد | مخزن را با روغن تازه تا سطح درست آن ، پر کنید . با ۲۸ کیلو ولت آزمایش کنید. |

omoorepeyman.ir

**جدول ۲.۴** راه اندازهای موتور تکفازـ کار غیر کوتاه مدت مکرر:
( Nonjogging Duty ) مقادیر اسمی تکفاز در ولتاژ کامل برای راه اندازهای مغناطیسی با نحوه کار غیر کوتاه مدت و بدون تغییر جهت حرکت

| اندازه راه انداز | شدت جریان دایم اسمی آمپر | توان برحسب HP تکفاز در ۶۰ هرتز | | شدت جریان اسمی در حد توانایی * آمپر |
|---|---|---|---|---|
| | | ۱۱۵ ولت | ۲۳۰ ولت | |
| 00 | ۹ | ۰/۵ | ۱ | ۱۱ |
| 0 | ۱۸ | ۱ | ۲ | ۲۱ |
| 1 | ۲۷ | ۲ | ۳ | ۳۲ |
| 1P | ۳۶ | ۳ | ۵ | ۴۲ |
| 2 | ۴۵ | ۳ | ۷/۵ | ۵۲ |

اقتباس از استاندارد NEMA ( R1983 ) ICS 2-1978
NEMA= NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATON ( USA )

**جدول ۲.۵** راه اندازهای موتور تکفازـ کارکوتاه مدت مکرر:
( Jogging Duty ) مقادیر اسمی تکفاز در ولتاژ کامل برای راه اندازهای مغناطیسی با نحوه کارکوتاه مدت

| اندازه راه انداز | شدت جریان دایم اسمی آمپر | توان برحسب HP تکفاز در ۶۰ هرتز | | شدت جریان اسمی در حد توانایی * آمپر |
|---|---|---|---|---|
| | | ۱۱۵ ولت | ۲۳۰ ولت | |
| 0 | ۱۸ | ۰/۵ | ۱ | ۲۱ |
| 1 | ۲۷ | ۱ | ۲ | ۳۲ |
| 1P | ۳۶ | ۱/۵ | ۳ | ۴۲ |
| 2 | ۴۵ | ۲ | ۵ | ۵۲ |

اقتباس از استاندارد NEMA ( R1983 ) ICS 2-1978
NEMA= NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATON ( USA )

omoorepeyman.ir

**جدول ۲.۶** راه اندازهای موتور سه فاز- نوع کارغیر کوتاه مدت مکرر
( Nonjogging Duty ) مقادیر اسمی سه فاز در ولتاژ کامل برای راه اندازهای
مغناطیسی با نحوه کار غیر کوتاه مدت و بدون تغییر جهت حرکت

| اندازه راه انداز | شدت جریان دایم اسمی آمپر | توان برحسب HP سه فاز در ۶۰ هرتز ولت | | | شدت جریان اسمی در حد توانایی * آمپر |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ۲۰۰ | ۲۳۰ | ۴۶۰/۵۷۵ | |
| 00 | ۹ | ۱/۵ | ۱/۵ | ۲ | ۱۱ |
| 0 | ۱۸ | ۳ | ۳ | ۵ | ۲۱ |
| 1 | ۲۷ | ۷/۵ | ۷/۵ | ۱۰ | ۳۲ |
| 2 | ۴۵ | ۱۰ | ۱۵ | ۲۵ | ۵۲ |
| 3 | ۹۰ | ۲۵ | ۳۰ | ۵۰ | ۱۰۴ |
| 4 | ۱۳۵ | ۴۰ | ۵۰ | ۱۰۰ | ۱۵۶ |
| 5 | ۲۷۰ | ۷۵ | ۱۰۰ | ۲۰۰ | ۳۱۱ |
| 6 | ۵۴۰ | ۱۵۰ | ۲۰۰ | ۴۰۰ | ۶۲۱ |
| 7 | ۸۱۰ | - | ۳۰۰ | ۶۰۰ | ۹۳۲ |
| 8 | ۱۲۱۵ | - | ۴۵۰ | ۹۰۰ | ۱۴۰۰ |
| 9 | ۲۲۵۰ | - | ۸۰۰ | ۱۶۰۰ | ۲۵۹۰ |

اقتباس از استاندارد NEMA ( R1983 ) ICS 2-1978
NEMA= NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATON ( USA )

omoorepeyman.ir

**جدول ۲.۷** راه اندازهای موتور سه فاز- نوع کارکوتاه مدت مکرر
( Jogging Duty ) مقادیر اسمی سه فاز در ولتاژ کامل برای راه اندازهای
مغناطیسی با نحوه کارکوتاه و باتغییر جهت حرکت وترمز( Plug-Revers/Plug-Stop )

| اندازه راه انداز | شدت جریان دایم اسمی آمپر | توان برحسب HP سه فاز در ۶۰ هرتز ولت | | | شدت جریان اسمی در حد توانایی * آمپر |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ۲۰۰ | ۲۳۰ | ۴۶۰/۵۷۵ | |
| 0 | ۱۸ | ۱/۵ | ۱/۵ | ۲ | ۲۱ |
| 1 | ۲۷ | ۳ | ۳ | ۵ | ۳۲ |
| 2 | ۴۵ | ۷/۵ | ۱۰ | ۱۵ | ۵۲ |
| 3 | ۹۰ | ۱۵ | ۲۰ | ۳۰ | ۱۰۴ |
| 4 | ۱۳۵ | ۲۵ | ۳۰ | ۶۰ | ۱۵۶ |
| 5 | ۲۷۰ | ۶۰ | ۷۵ | ۱۵۰ | ۳۱۱ |
| 6 | ۵۴۰ | ۱۲۵ | ۱۵۰ | ۳۰۰ | ۶۲۱ |

اقتباس از استاندارد NEMA ( R1983 ) ICS 2-1978
NEMA= NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATON ( USA )

---

*

شدت جریان اسمی در حد توانائی ، نماینده حداکثر شدت جریان موثر به آمپر است که انتظار می رود راه انداز به مدتی طولانی از خود عبور دهد. در جریانهای اسمی حد توانایی ، اضافه دما ممکن است از مقداری که در آزمون جریان مداوم راه انداز به دست می آید ، بیشتر باشد . جریان اسمی رله های اضافه بار یا جریان قطع دیگر وسایل حفاظت موتور که مورد استفاده میباشند ، نباید از جریان حداکثر توانایی راه انداز بیشتر باشد.

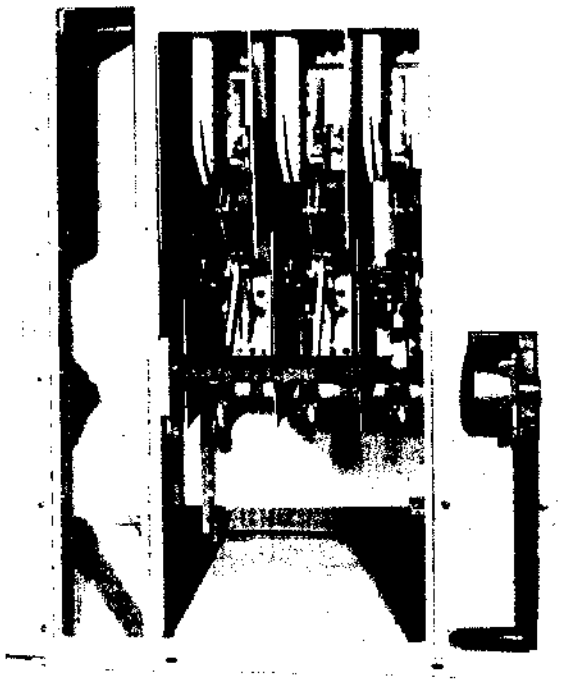
### وسایل ( کلیدهای ) مجزا کننده

اجزای مدارهای نیرو که با دست کار می کنند و برای مجزا کردن مدار نیرو به کار می روند، وسایل یا کلیدهای مجزا کننده نامیده می شوند. کلیدهای حفاظتی فیوزدار، کلیدهای خودکار تمام بسته در محفظه یکپارچه پلاستیکی تمام بسته ( Molded Case Circuit Breaker ) ( کمپکت ) که به صورت جداگانه ( گاهی در داخل تابلو ) نصب میشوند، و نظایر این وسایل ، که در داخل محفظه هایی همراه با راه اندازهای موتور و کنتاکتورها نصب می شوند، این هدف را برآورد می کنند . هنگامی که وسیله مجزاکننده و راه انداز موتور برای کاربرد فشار ضعیف ( ۶۰۰ ولت یا کمتر) در داخل یک محفظه جمع شده باشند، نتیجه یک راه انداز مرکب خواهد بود. راه اندازهای مرکب ممکن است دارای کلید مجزا کننده فیوزدار یا بدون فیوز، قطع کننده خود کار مدار ( کلید خود کار با وسیله قطع داخلی )، محافظ مدار موتور ( کلید خودکار مجهز به وسیله قطع کننده مغناطیسی فقط ) یا کلید خودکار با مشخصه عکس زمانی ( وسیله قطع حرارتی . مغناطیسی Inverse Time Circuit Breaker ) ، به عنوان وسیله مجزا کننده باشند .

omoorepeyman.ir

## کلید های مجزا کننده

مکانیزم کنتاکتهای یک کلید مجزا کننده تشکیل می شود از یک یا چند تیغه که با تعداد مشابه از اجزای آرواره مانند، درگیر می شوند . تیغه ها و آرواره ها باید از نظر وجود ساییدگی و تراشیدگی بررسی شوند . هر گونه دانه ای که تشکیل شده باشد ، باید با سوهانکاری برطرف شوند . لایه نازکی از وازلین یا گریس ( Petroleum Jelly ) را به تیغه ها ، آرواره ها و نقاط لولایی ، بمالید . از روغنکاری اضافی خودداری کنید زیرا ضرر گرد و خاک و خرده سنگهایی که جذب خواهند شد در نهایت از نفع آن بیشتر خواهد بود . ترمینالها را از نظر اتصالات شل و داغ شدگی بررسی کنید. با توجه به آنچه که قبلاً در این بخش زیر عنوان کنترل مکانیکی گفته شده است، رفع اشکال کنید. کلیدهای مجزاکننده در هر دو ولتاژ فشار ضعیف و فشار متوسط مورد استفاده میباشند. شکل ۱۲ـ۲ یک وسیله فشار متوسط را نشان می دهد .



**شکل ۲.۱۲** کلید مجزا کننده فشار متوسط

## قطع کننده خودکار مدار

( کلید خودکار با وسیله قطع داخلی ) کنتاکتهای این وسیله که در داخل محفظه یک پارچه پلاستیکی (کمپکت) تمام بسته میباشند، برای انجام عملیات نگهداری دردسترس نیستند. ترمینالها را طبق آنچه که در مورد کلیدهای مجزاکننده گفته شده است ، کنترل کنید.

## کلیدهای خودکار و کلیدهای محافظ مدار موتور

همگی این وسایل دارای محفظه های یک پارچه پلاستیکی ( کمپکت ) تمام بسته میباشند که برای انجام عملیات نگهداری دردسترس نیستند. کلیدهای محافظ مدار موتور و کلیدهای خودکار که فقط دارای رله مغناطیسی قابل تنظیم میباشند، مجهز به اجزای حساس حرارتی یا الکترونیک نیستند تا سبب قطع کلید در جریانهایی که مقدار آنها نسبت به جریـــان اســـمی زیاد بالا نیست ، گردد. استفاده از آنها محدود می شود به مجموعه هایی که در آن راه اندازها دارای

omoorepeyman.ir

رله های اضافه بار میباشند. این رله های اضافه بار مدارنهایی را در برابر اضافه جریانهای کوچک و اتصالی ها حفاظت می کند. از طرفی کلیدهای خودکار با مشخصه های عکس زمانی ، مجهز به المان حساس نسبت به اضافه جریان و مکانیزمی برای تاخیر زمانی است . تاخیر زمانی دارای تناسب معکوس نسبت به شدت جریان است . این خصیصه کلید را می توان با استفاده از روش توصیه شده بوسیله صنایع سازندگان کلیدهای خودکار ، کنترل کرد [۱] :

**جدول ۲.۸** مقادیراضافه جریان قطع برای کلیدهای خودکار بر حسب ثانیه در ۳۰۰ درصد جریان اسمی مداوم کلید

| ولتاژ، (۱) ولت | محدوده جریان اسمی مداوم آمپر (۲) | حداقل زمان (ثانیه) | | حداکثر زمان (ثانیه) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | کلیدهای با حس کننده الکترونیکی (۳) | کلیدهای بارله حرارتی و مغناطیسی | برای حفاظت عادی (۵) | برای حفاظت* کابل (۶) |
| ۲۴۰ | ۱۵ _ ۴۵ | ۳ | - | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۲۴۰ | ۵۰ _ ۱۰۰ | ۵ | - | ۷۰ | ۲۰۰ |
| ۶۰۰ | ۱۵ _ ۴۵ | ۵ | ۵ | ۸۰ | ۱۰۰ |
| ۶۰۰ | ۵۰ _ ۱۰۰ | ۵ | ۵ | ۱۵۰ | ۲۰۰ |
| ۲۴۰ | ۱۱۰ _ ۲۲۵ | ۱۰ | ۵ | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| ۶۰۰ | ۱۱۰ _ ۲۲۵ | ۱۰ | - | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| ۶۰۰ | ۲۵۰ _ ۴۵۰ | ۲۵ | - | ۲۵۰ | ۳۰۰ |
| ۶۰۰ | ۵۰۰ _ ۶۰۰ | ۲۵ | ۱۰ | ۲۵۰ | ۳۵۰ |
| ۶۰۰ | ۷۰۰ _ ۱۲۰۰ | ۲۵ | ۱۰ | ۴۵۰ | ۶۰۰ |
| ۶۰۰ | ۱۴۰۰ _ ۲۵۰۰ | ۲۵ | ۱۰ | ۶۰۰ | ۷۵۰ |
| ۶۰۰ | ۲۵۰۱ _ ۴۰۰۰ | ۲۵ | ۱۰ | ۶۰۰ | ۷۵۰ |

اقتباس از استاندارد NEMA ( R1983 ) ICS 2-1978

NEMA= NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATON ( USA )

۱_ کلید خودکار را از مدار خارج کنید . مطمئن شوید که وسیله مجزا کننده بالا سر کلید خودکار در حالت قطع است و هیچ برقی در کلید مورد آزمون ، وجود ندارد .

۲_ کلید خودکار را از نظر خسارات وارده یا وجود آثار داغ شدگی ، با چشم وارسی نمایید.

۳_ کلید را چند بار با دست قطع و وصل کنید.

۴_ ۳۰۰ درصد جریان نامی دایمی کلید را به هر یک از قطبهای آن اعمال کنید تا معلوم شود کلید در حالت اضافه حالت اضافه بار قطع خواهد کرد. جدول ۸_۲ را ببینید.

---

* این مقادیر بر مبنای گرمایی که به وسیله هادیهای نصب شده در لوله منتقل می شود، توسط سازندگان کلیدهای خودکار، تهیه شده است .

omoorepeyman.ir

۵ـ اگر آزمون « افت میلی ولت » مورد نظر باشد ، با سازنده راجع به مقادیر ولتاژ و روش دقیق آزمون مشورت کنید. اگر افت های میلی ولت بیشتر از حد تعیین شده سازنده باشد، وجود اتصالات شل را در ترمینالها، و اگر کلید دارای وسیله قطع قابل تعویض باشد، در محل اتصالات وسیله قطع ، کنترل کنید.

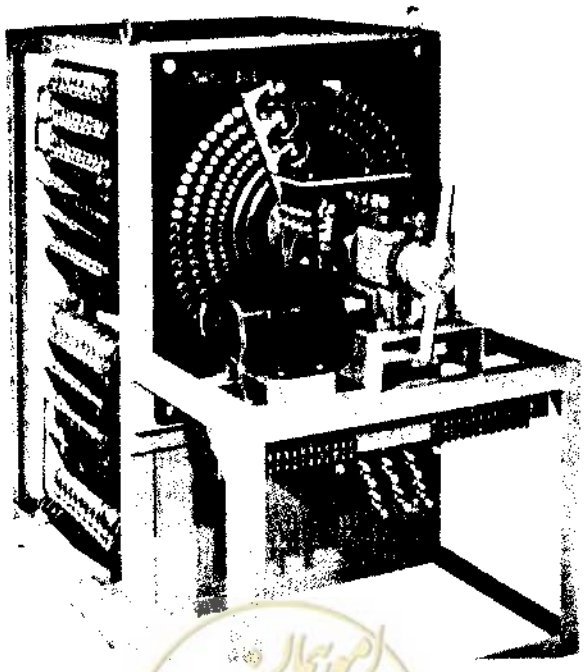
۶ـ یک آزمون مقاومت عایقبندی انجام دهید . مقاومت نباید کمتر از ۱ مگا اهم باشد .

۷ـ هنگام نصب دوباره کلید ، مطمئن شوید که همه اتصالات با توجه به توصیه سازنده محکم خواهند شد .

## رئوستاهای راه انداز و کنترل سرعت برای موتورها

از رئوستاها برای راه اندازی و کنترل سرعت موتورهای جریان مستقیم با سیم پیچهای سری ـ شنت ـ و کمپوند، در کاربردهایی که تغییر جهت گردش ندارند ، استفاده می شود. مثالهای نمونه عبارتنداز ، بادزنها، دمنده ها، پمپها، ماشینهای ابزار و موارد استفاده مشابه از موتورهای جریان مستقیم است که محدوده آن بین ۲۵ ، تا HP ۱۵۰ است. یک رئوستای نمونه که با موتور کار می کند، در شکل ۱۳ـ۲ نشان داده شده است .

برای حفظ رئوستاها در وضعیت کاری خوب ، انجام بازدیدهای دوره ای ، پاک سازی و پرداخت کنتاکتها با سوهان ، معمولاً تمام آن چیزهایی است که باید انجام شود. ضریب نگهداری پایین رئوستاها مرهون عواملی مانند وسایل خاموش کننده مغناطیسی ، فشار بالای کنتاکتها، کنتاکتهایی که به بالای صفحه تماس آورده شده اند ، اجزای متحرک خشن ، و دسترسی آسان به اجزای سرویس شونده است . در هر حال ، اندکی جرقه و سوختگی در اجزای ایجاد تماس، قابل احتراز نیست و لازم خواهد بود که سرویس شوند. کنتاکتها باید همیشه صاف و هموار باشند. پس از هر بازپرداخت با سوهان (از کاغذ سنباده پارچه ای هیچگاه نباید استفاده کرد)، سطوح تماس گیرنده و نواحی بین کنتاکتها باید کاملاً پاک شوند . کنتاکتها را می توان با لایه نازکی از وازلین یا گریس پوشاند. بیش از اندازه گریسکاری نکنید. گاهی سطح کنتاکتها به وسیله پلیسه یا لبه های تیز زخمی می شوند . سطوح را از نظر وجود این گونه خشها بازبینی کنید . در بعضی موارد ، ذرات ساینده معلق در هوا سبب پیدا شدن خش روی کنتاکتها می شوند. چنانچه این مورد وجود داشته باشد، از هر نوع روغنکاری خودداری کنید زیرا این عمل شرایط را بدتر خواهد کرد.



**شکل ۱۳ـ۲** موتور از نوع راه اندازی رئوستایی با بانک مقاومت

omoorepeyman.ir

## سرویس رئوستاها

بسیاری از رئوستاها با کنتاکتهای پشت و روشونده ( Reversible ) ساخته می شوند که در صورت لزوم، کنتاکتهای متحرک و ساکن را می توان وارونه کرده و از طرف دیگر آنها استفاده نمود. در حقیقت این مسئله به کنتاکتها عمر دوباره می بخشد . به وارونه کردن کنتاکتها باید هنگامی توسل نمود که سوختگیهای بیش از حد و پرداختهای متعاقب آن ، سطح کنتاکتها را ناصاف کرده باشد. در هنگام کار، حرکت کنتاکت متحرک از جای یک کنتاکت ثابت به دیگری ، باید با فشاری محکم و یکنواخت انجام شود تا از بروز جرقه جلوگیری شود. اگر این عمل انجام نشود، در اثر کنترل نادرست مقاومت ، ممکن است تغییرات نامنظم در سرعتها یا ولتاژها بروز نماید. در رئوستاهای بزرگتر یا آنهایی که دارای کنتاکتهای متحرک ازنوع جبران کننده ( Compensated ) میباشند، ناهمواری اندکی بین سطوح کنتاکتها عملیات را با اشکال مواجه نخواهد کرد. عموماً توصیه می شود که هنگام برگرداندن یک یا چند کنتاکت ، همه آنها همزمان برگردانده شوند.

بر روی سطوح مسی استفاده نشده یک رئوستا، اکسید تشکیل خواهد شد . نباید اجازه داده شود که این اکسیدها انباشته شوند . لایه نازک اکسید را در دوره های منظم سرویس ، بزدایید . هرگونه کنتاکت استفاده نشده رئوستا را کاملاً تمیز کرده و با لایه نازکی از وازلین یا گریس بپوشانید تا از اکسیده شدن آن جلوگیری شود.

هنگامی که تغییرات بار ایجاب نماید قسمتهایی از رئوستا که قبلاً مورد استفاده نبوده است وارد مدار شوند، بسیار مهم خواهد بود که مقاومت اضافه شده اندازه گیری شود. لازم است کنترل شود که حرکت اضافه کنتاکت متحرک، به وسیله ارتفاع کنتاکتهایی که قبلاً مورد استفاده نبوده اند، محدود نخواهد شد . برای اطمینان از اینکه کنتاکتها برای احراز مقاومت اضافی مورد نیاز ، صحیح بسته شده اند، اندازه گیریهای مقاومت لازم خواهد بود . همیشه قبل از وارد کردن یک رئوستا به سرویس ، سطوح کنتاکتهای آن را تمیز کنید. لازم است برای کنترل ، مقدار مقاومت متغیر ، ترجیحاً در محل موتور ، به طور منظم اندازه گیری شود. رعایت این مسئله مقدار مقاومت هادیهای موتور را به حساب می آورد و قاعدتاً هر نوع ترمینال را که به نحوی ناقص یابد اجراء شده باشد و هرنوع بی نظمی یا اشتباه را در پله های مقاومت، آشکار می کند.

## تنظیم فشار کنتاکتهای رئوستا

برای کاستن از بروز سطوح آبله رو ، داغ شدن و اکسیده شدن کنتاکتها، فشار لازم بین کنتاکتهای متحرک و ثابت یک رئوستا باید با تنظیم صحیح فنرها حفظ شود. توصیه های سازنده را برای استقرار ، میزان کردن و حفظ فشار کنتاکتها، دنبال کنید . فشار توصیه شده برای فنر کنتاکت متحرک معمولاً بر حسب پوند یا اونس بر اینچ مربع ذکر میشود و با میزان (Scale Spring) کنترل می شود. نیروی لازم برای جداکردن کنتاکتهاباید تعیین و با اطلاعات سازنده مقایسه شود . روش معمول ، تامین فشاری است که بتواند کنتاکتی خوب ایجاد کند بدون آنکه سطح کنتاکتهای ثابت و متحرک آسیب ببینند . در عین حال لازم است توجه شود که از ایجاد نیروهای سایشی در حدی که از مسلح شدن (Reset) بازو در رئوستاهایی که دارای وسیله قطع در فشار ضعیف، یا مسلح شدن ( Reset ) خودکار میباشند، جلوگیری شود. حلقه های فنر میزان کننده فشار هرگز نباید با همدیگر تماس پیدا کنند. وجود این حالت نشانه یک فنر ضعیف یا فنری است که به غلط مورد استفاده قرار گرفته است که باید عوض شود.

## وسیله قطع رئوستا در فشار ضعیف

عملاً همه رئوستاهای راه اندازی که توان آنها کم است ، دارای یک سیم پیچ مغناطیسی میباشند که جزئی از سیستم قطع فشار ضعیف آنهااست و این سیم پیچ مستقیماً به خط اصلی تغذیه وصل میباشد. آهنربای یاد شده یک وسیله قطع را کنترل می کند که به گونه ای تنظیم شده است که تا وقتی ولتاژ اصلی عادی میباشد، دسته تغییر دهنده حالت را در آخرین مرحله کار نگه دارد.

این وسیله قطع ممکن است قابل تنظیم باشد یا نباشد.اگر وسیله قطع قابل تنظیم باشد، سازنده برای تغییر

omoorepeyman.ir

مشخصه های نگهداری دسته تغییر حالت در محدوده ای تجویز شده برای ولتاژ کم را پیش بینی کرده است . میزان کردن با رعایت دستورالعملهای سازنده برای تغییر تنظیمات به مقداری کمتر یا بیشتر ، انجام می شود. و اگر وسیله قطع قابل تنظیم نباشد، ممکن است در اثر سوهانکاری ، کج شدگی یا پرشدگی فاصله ( Shimming ) در قطعات مکانیکی، قابلیت خود را از دست بدهد. دسته تغییر حالت را هرگز نباید به زور در حالت کار نگه داشت . رئوستایی را که به روش پیش بینی شده کار نکند، باید دقیقاً از نظر نواقص مکانیکی و احتمال استفاده غلط از آن ، کنترل نمود. اقتصادیتر خواهد بود که مکانیزم عملیاتی تعویض شود نه اینکه موتور با جریانهای بالایی راه اندازی شود یا کار کند. از رئوستای کنترل نباید برای ایست موتور استفاده نمود بلکه برای این منظور لازم است راه انداز موتور پیش بینی شود. در هنگام انجام عملیات سرویس ، باید خواستهای سازنده را از نظر نگهداری رعایت نمود و بازدیدهای منظمی را برای اطمینان از نگهداری صحیح و استفاده درست ، برنامه ریزی کرد.

## تعویض مقاومتها

در بعضی موارد ، شرایط راه اندازی یا کار غیر عادی ممکن است بخشی از مقاومت را بسوزاند . مقاومتهای صفحه ای باید با واحدهایی مشابه تعویض شوند. اگر مقاومت از نوع بوبین سیم پیچی شده باشد که با لعاب سرامیک پوشانـــده شده است ، اینهـــا را نیز بـــاید با واحدهای مشابه یا قابل تنظیم تعویض نمود. مقاومتهای پیچیده شده روی هسته های سرامیکی . آماده گی لازم را برای تعمیر موقت دارا میباشند. بخش سوخته را به همدیگر جوش دهید یا با بست به هم وصل کنید تا اینکه مقاومت جدیدی حاصل شود. قاعدتاً مقاومتهای کار سنگین که در آنها از شبکه های ریختگی یا مقاومت های نواری استفاده می شود، قابل تعمیر نیستند. قسمتهای سوخته را باید عوض نمود. برای تعویض مقاومت سوخته ، بسته به طرح رئوستا ، ممکن است پیاده سازی کامل یا جزئی رئوستا لازم باشد . در بیشتر انواع رئوستاهای صنعـــتی ، مقاومتهای میدان را می تـــوان از محـــل نصـــب آنها بدون باز کردن سیم کشی در پانل اصلی یا پیاده سازی مکانیزم عملیاتی ، خارج نمود. در موارد بهره برداری از سیستمهای ماشینهای بزرگ ، اغلب از قاب های مقاومت که در جای دیگری نصب میباشند، استفاده میشود. این مقاومت سپس به صفحه کنترل رئوستا وصل و از آنجا کنترل میشود که در جای دیگری نصب است .

## محل نصب مقاومتها ومجموعه های آنها

رئوستا ها باید همیشه به نحوی نصب شوند که تهویه کافی مهیا باشد . منافذ تهویه باید در بالا قرار گرفته باشند. اگر برای صرفه جویی درفضا ، مقاومتها روی هم انباشته شده باشند، تجربه قبول شده این است که ارتفاع انباشتگی ( Stack ) بـه چهارعدد قـــاب محدود شود در حالـــی که بین قابها باید فـــاصله زیادی حفظ شود. حـــداقل ۳۰ سانتیمتر ( ۱ فوت ) فضا بین کف و اولین قاب پیش بینی کنید تا حرکت بی مانع هوا از طریق قاب برقرار شود. فاصله آزاد بین سقف و واحد بالایی بوسیله ارتفاع کل انباشت ( Stack ) تعیین می شود. مطمئن شوید که تهویه کافی در بالا وجود دارد . در بیشتر موارد سازندگان خواستهای لازم برای نصب مقاومتهای میدان در دور دست و حجم هوای خنک کننده لازم را ، اگر از تهویه اجباری ( Forced Ventilation ) استفاده شود، مشخص می کنند. مجموعه های مقاومتها و رئوستاهارا ، مشابه دیگر تجهیزات الکتریکی ، باید تمیز و خشک نگه داشت . مواد آتشزا را در نزدیکی یا روی انباشتهای مقاومت انبار نکنید. هوای خنک کننده باید عاری از ابر روغن ، الیاف و دیگر ذرات آلوده کننده باشد که اگر روی شبکه های بنشینند، تولید حریق خواهند کرد .هر چند گاه، با دمیدن هوای خشک تحت فشار ، گردو خاک جمع شده کثافات و مواد خارجی را پاکسازی کنید. نظر به اینکه ظرفیت و عمر مقاومت ها تا حد زیادی به پخش حرارت بستگی دارد، هرگز مقاومتها را در محوطه های دارای تهویه ناقص مستقر نکنید. نتیجه داغ شدگی ممکن است تغییر نامطلوب در مقدار مقاومت شود و اگر گرم شدن بیش از حد تبدیل به اشکال گردد، تهویه اجباری لازم میشود. بعضی از مقاومتها ممکن است در دماهایی کارکنند که سبب سرخ شدن آنها شود .درهر حال در بیشتر موارد مصرف، دما خیلی پایینتر از حداکثر دمای ممکن میباشد.

omoorepeyman.ir

## کنترل رئوستاها از نظر کنتاکتهای شل

هنگامی که یک رئوستا یا مقاومت کنترل میدان برای اولین بار وارد کار شود، مهم است که قبل از شروع استفاده، مقدار مقاومت آن کنترل شود. پس از شروع بهره برداری و در دوره ای که تحت نظر میباشد، اتصالات ترمینالها و اتصالات داخلی آن باید دست کم دوبار کنترل شوند تا اطمینان حاصل شود که در اثر حرارت ، شل نشده اند . اتصالات شل ممکن است سبب معطلیهای ناراحت کننده فراوان شوند . پیدا کردن محل آنها مشکل است و شرایطی را به وجود می آورند که ممکن است خطرناک باشد . جز در مواردی که جرقه زنی و سوختگی ایجاد می کنند، پیدا کردن آنهابسیار مشکل است . برای مواظبت در برابر بروز اتصالات شل که در اثر گرم و سرد شدن دوره ای ایجاد میشوند ، محکم بودن اتصالات را زود به زود کنترل کنید.

یک روش خوب در نگهداری ، کنترل گاه به گاه، مقدار مقاومت در برابر مشخصات سازنده است . مقادیر جزئی و کلی مقاومتها باید اندازه گیری شوند تا در برابر بروز اتصال کوتاه یا قطع مقاومتهای انفرادی مواظبت به عمل آید. زیرا بر مقدار کل مقاومت اثر می گذارند. یکی از بهترین لوازم اندازه گیری مداومت و رگولاسیون یک مقاومت، اهم متر میباشد. استفاده از پل ویتستون یا پل کلوین یا دستگاه اندازه گیری دقیق دیگری مانند آنها باید برای مقادیر کوچک مقاومت استفاده شود.

بیشتر مقاومتها با رواداری ٪۱۰ ± ساخته می شوند. به این دلیل هنگام کنترل یا تعویض مقاومت مهم است مقدار مقاومت لازم را بدانیم . جز در مواردی که نوعی روش برای دقیقتر کردن مقاومت با تغییر محل اتصال آن یا تنظیم مقاومت « ثابت » در رئوستا وجود داشته باشد ، تغییرات قابل ملاحظه ای در نحوه کار موتور، اگر قسمتی از رئوستا یا مجموعه مقاومتهاقطع ( باز ) شود یا بسوزد و یا تعویض شود، به وجود خواهد آمد. همیشه در هنگام تعویض مقاومتهای مورد استفاده در رئوستاها یا مقاومت کنترل میدان یا تغییر محل رئوستاها، مشخصات موتور و مورد استفاده از آن را مطالعه کنید .

جرقه زنی کنتاکتها یا سوختگی آنها روی صفحه کنترل یک رئوستا ، نشانه وجود اشکال است . علت ممکن است وجود اتصالی یا مقاومت باز دراین نقاط از مدار باشد. علتی دیگر ممکن است نبود مقاومت کافی دراین مرحله از مقاومت باشد .

## رئوستاها وپتانسیومترهای پیچیده شده به صورت پیوسته

رئوستاها وپتانسیومترهایی که به صورت پیوسته پیچیده می شوند، بسیار متداول بوده و در طرحهای کنترل موارد استفاده بسیار دارند. کار آنها رگولاسیون به کمک وارد کردن مقاومتی در مدار است ، به صورتی روان تا بهره برداری یکنواخت حفظ شود یا اینکه وسیله ای برای تنظیم سرعت باشد . شکل ۱۴_۲ سه نوع از این رئوستاها را نشان میدهد: یکی نوع تکی و دو تای دیگر یکی دوتایی و دیگری سه تایی که روی هم انباشته شده اند . هر یک از صفحات دارای

**شکل ۱۴_۲** رئوستاهای برای کار دستی

المانی است که به صورت پیوسته روی یک هسته گرد سرامیکی پیچیده شده است . سیم پیچ پیوسته در هر دو سر رئوستا یا پتانسیومتر به ترمینال وصل می شوند و یک کنتاکت متحرک در مرکز هسته قرار دارد. دستگاه می تواند از صفر

omoorepeyman.ir

تا مقدار حداکثر مقاومت را بدون آنکه مانند رئوستاهای دکمه ای از روی دکمه های کنتاکت عبور نماید ، تولید کندو کار آن برای تغییر مقدار مقاومت فقط بر روی اصل تماس با سیم پیچیده شده ، استوار است. معمولاً این دستگاهها مقدار اهم بسیار کمتری نسبت به رئوستاهای دکمه ای دارند. مورد مصرف اصلی آنها برای کنترل دقیق ورنیه ( Vernier ) با مقاومت کم است و نمی توانند جریانهای زیادی را از خود عبور دهند. اینها معمولاً اجزایی کم توان و کم ولتاژ میباشند.

وصل کردن یکی از سرها به کنتاکت متحرک ، تشکیل یک مقاومت متغیر را خواهد داد و به آن رئوستامی گویند و با اتصال هر دو سر آن به منبع ولتاژ و با استفاده از کنتاکت متحرک برای انتخاب بخش دلخواه ولتاژ، آنرا تبدیل به پتانسیومتر می کند. ساختمان هر دو یکی است و این نحوه استفاده است که وسیله را تبدیل به رئوستا یا پتانسیومتر میکند.

نگهداری از رئوستاها وپتانسیومترهایی که به صورت پیوسته پیچیده می شوند خیلی شبیه دستگاههای مشابه از نوع دگمه ای میباشد. اینها می توانند در اثراستفاده بیش از حد ، انجام ندادن عملیات نگهداری و عبور دادن جریانهایی بیش از آنچه سیم پیچهای مقاومت آنها قادر به تحمل میباشند، معیوب شوند. گرما الزاماً علامت خطر نمیباشد امـا علـت بروز دمای زیاد را باید بررسی نمود. افت حرارتی امری است طبیعی و بنابراین باید تهویه فراوان پیش بینی شود. اگر ظنین شده اید که دستگاه اضافه باردارد یا بخشهایی از آن سوخته اند، آنرا از نظر مقاومت کل و همچنین داشتن کنتاکتی خوب در تمامی طول مقاومت ، کنترل کنید . فرسودگی بیش از حد یاتاقانهای محور و بوشینگها و از دست رفتن فشار کنتاکت متحرک ، می تواند باعث جرقه شود. کنتاکت متحرک باید اتصال خوبی را برقرار کند و می تواند تحت تاثیر جوی خورنده یا کثافات ، ذرات ساینده و اکسیدهایی که در قسمت استفاده نشده ، مقاومت پیچیده شده جمع میشوند ، قرار گیرد. بیشتر رئوستاهایی : که به صورت پیوست پیچیده می شوند، در قسمت پشتی دارای پوششی هستند که بسیار تنگ جفت و جور می شود و برای دور نگهداشتن کثافات و آلاینده ها طرح شده است ولی همین محفظه ، جریان هوا و خنک شدن طبیعی را محدود می کند.

**مدار فرعی موتورهای با روتورسیم پیچی شده( مدار ثانوی )**

نگهداری مدارهای فرعی موتورهای با روتور سیم پیچی شده باید با دقتی مخصوص انجام شود مخصوصاً آنهایی که در مصارفی بارگولاسیون سرعت به کار می روند.

برای درصد بزرگی ازموارد استفاده ، بدون آنکه به راه اندازی خللی وارد آید یا به ایست فوری موتور بیانجامد، ممکن است مسایلی در ارتباط با کنترل سرعت پیش آیند. با وجودی که مدار باز است یا عدم تعادل جدی در مقاومت مدار فرعی یا در نقاط مخصوصی از وسیله کنترل وجود دارد ، چون موتور به راه می افتد و به کار ادامه می دهد،این وضعیت همیشه با عواقب جدی تلقی نمی شود. سوختن سیم پیچهای موتور ، بروز سوختگی و زدن جرقه شدید در محل پوشها ، وارد شدن صدمه به رینگهای کلکتور و داغ شدن و سوختگی مقاومتها ممکن است نتیجه این مسئله باشد. علاوه براینها، هنگامی که تغییرات آرام شتابگیری ، به علت کنتاکت بد یا عدم وجود کنتاکت در بعضی از نقاط کنترل کننده، از دست رفت ، ممکن است در تجهیزات ، تنشهای شدیدی به وجود آید . اشکال ممکن است بدون توجه اپراتور ماشین یا گزارش وی از شرایط کاری غیر عادی ، بروز کرده باشد و تا وقتی که صدمه شدیدی وارد نیامده نادیده بماند. و در آن هنگام است که به یاد آورده میشود که « لازم بود رگولاتور را قدری بالاتر تنظیم نمود» یا « ماشین در این نقطه کمی پرش داشت » داشتن یک برنامه منظم و مشخص برای بازدید ضروری است زیرا این نوع لوازم نوعاً دارای ساختمانی خشـن میباشند که بطور عادی احتیاج به حداقل سرویس دارند و به همین سبب ممکن است در مورد آنها غفلت شود.

برای اطمینان از پیش نیامدن قطعی ها در هنگام کار ، همه انواع کنترلهای فرعی را در شرایط کاری خوب نگه دارید . لازمه این کار ، بازدیدهای منظم و تمیزکاری و نگهداری از کنتاکتها میباشد. کمی سوختگی و جرقه زنی در اجزای مربوط به کنتاکتها اجتناب ناپذیر است . کنتاکتها را صاف و هموار نگهدارید تا از بروز سوختگیهای بیش از حد

omoorepeyman.ir

جلوگیری شود و در همه احوال ، از وجود اتصال با مقاومت کم اطمینان حاصل شود . گاهی ممکن است پرداخت با سوهان لازم باشد .از مواد روغنکاری هادی نباید استفاده شود مگر از طرف سازنده قابل قبول بوده یا توصیه شده باشد.

عملیات نگهداری از رئوستا به اندازه کافی در متن های قبلی تشریح شده است . گاهی وجود مداومت در مقاومت که مربوط به کار کنترل کننده ها است باید به کمک یک اهم متر ، کنترل شود . آزمون مداومت ممکن است بین کنتاکتهای دو سر کنترل کننده انجام شود ولی روش عمومی این است که جاروبکهای کلکتور حلقه ها را بلند کرده و یک لامپ آزمون ، اهم متر یا وسیله آزمایشی مشابه دیگر را به نگهدارهای جاروبکها یا هادیهای خروجی وصل میکنند و قدم به قدم کنترل کننده فرعی را در تمام طول آن حرکت می دهند. اگر این آزمون در مورد همه فاز ها تکرار شود، نه تنها مداومت مقاومتها و اتصالات ثابت روی مقاومت را تحقیق خواهد کرد بلکه وجود هرگونه کنتاکت باز در کنترل کننده را نشان خواهد داد .

به طور کلی مقادیر مقاومت فرعی نسبتاً پایین است و کنترل مداومت فقط وجود مداومت را تعیین خواهد کرد. بسیاری از کارخانه ها فاقد هر نوع پل مقاومت میباشند که برای اندازه گیری یا تنظیم دقیق مقاومتهای کوچک، لازم اند . در چنین شرایطی انجام بازدیدهای مکرر مهم خواهد بود تا اتصالات شل و کنتاکتهای با فشار کم شناسایی و اصلاح شوند. در مورد مقاومتهای نوع شبکه ای ، اتصالاتی را که به نحوی بارز شل باشند و همچنین اتصالات مقاومتها که در آنها داغ شدگی مشهود باشد، باید پیاده کرده و کنکتورها پاکسازی یا تعویض شوند . همه کنتاکتهای نوع فشاری باید از نظراستحکام کنترل شوند و اگر شل تشخیص داده شوند، فشار آنها را باید با سفت کردن مهره فشار در انتهای مجموعه شبکه زیاد کرد. در مقاومتهای نواری یا لبه پیچ ( Edge- Wound ) اتصالات پیچی را باید در حالت استحکام حفظ کرد. به یاد داشته باشید که در تمامی تاسیسات جدید لازم است پس از راه اندازی اولیه و وصل شدن به منبع تغذیه ، برای اطمینان از اینکه اتصالات مقاومتها و کنتاکتهای کنترل کننده ها محکم میباشند، دوبار کنترل انجام شود.

اگر مجموعه های مقاومتها صحیح به کار رفته و اتصالات آنها خوب نگهداری شوند، احتیاج به عملیات نگهداری بعدی نخواهند بود اما باید آنها را گاه به گاه کنترل نمود. هر گونه داغ شدگی بیش از حد را بررسی نموده تعیین کنید که در اثر مدار باز، یا نامتعادل بودن اتصالات بار در مدار مقاومت پیش آمده است .

## کنترل کننده های استوانه ای

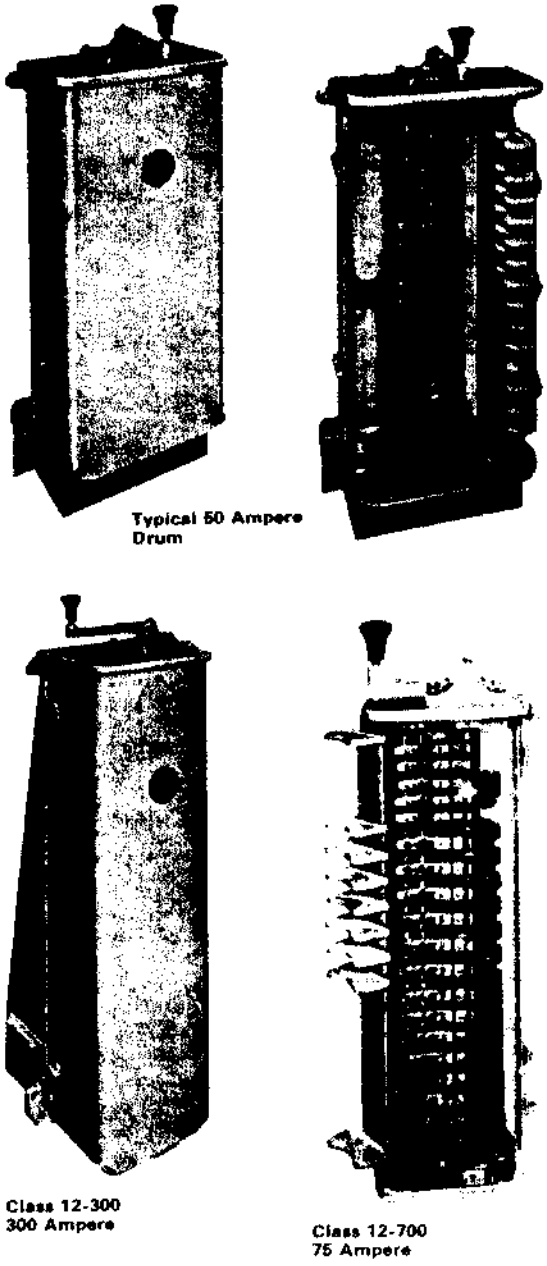
کنترل کننده های استوانه ای ، از وسایل دستی کنترل کننده مدارهای نیرو میباشند که با دست کار می کنند و مقاومتهایی را در مدار موتور وارد و از آن خارج می کنند. از آنها درمدار روتور مورتورهای جریان مستقیم ، برای راه اندازی ، تغییر جهت گردش ، و کنترل سرعت دوران استفاده می شود. همچنین از آنها در مدارهای فرعی موتورهای جریان متناوب با رو تور سیم پیچی شده استفاده میشود. کنترل کننده های استوانه ای نمونه ، در شکل ۱۵ ـ ۲ نشان داده شده اند.

برای جریان های کوچک ، کنترل کننده های استوانه ای دارای دیسکهایی برای تکیه کنتاکتها روی آنهامیباشند که نوعاً روی یک محور فولادی عایق شده بین طوقه های عایق سوار شده اند و کنتاکتها که از نوع قابل برگرداندن (سر و ته کردن) میباشند، مستقیماً به دیسکهای تکیه گاه پیچ می شوند. شکل ۱۶ـ۲ را ببینید . در مورد دستگاههای بزرگتر، اندازه های ۱۵۰ تا ۳۰۰ آمپری ، کنتاکتهای مسی سنگین خمکاری شده که به آنها صفحات قطاع گفته می شود، نوعاً روی تکیه گاههای متشکل از عایقبندی ریختگی نصب می شوند که خود به محوری فولای پیچ شده اند. قطاعهای بالایی و پایینی معمولاً هم شکل میباشند تا تعویض و سرو ته کردن ممکن شود. به تدریج که قطاع فرسوده می شوند، آنها را میتوان سرو ته کرد به نحوی که بعد از سرو ته کردن به اندازه ۱۸۰ درجه ، لبه ای که قبلاً پسرو بود تبدیل به لبه پیشرو میشود.

بادامکهای کنتاکت هنگامی که باز میباشند باید به نحوی تنظیم شوند که بیش از ۸/۵ میلیمتر( ۱/۳اینچ ) از سطح کنتاکت استوانه ای افت نکنند. یاتاقانهای کنترل کننده ، چرخ ستاره ای ( Starwheel ) و گیرخاری ( Pawl ) ، باید بطور منظم تمیز و روغنکاری شوند. نقاط فرسودنی دیگر ، باید به صورتی برنامه ریزی شده کنترل شوند . حفظ کلیه

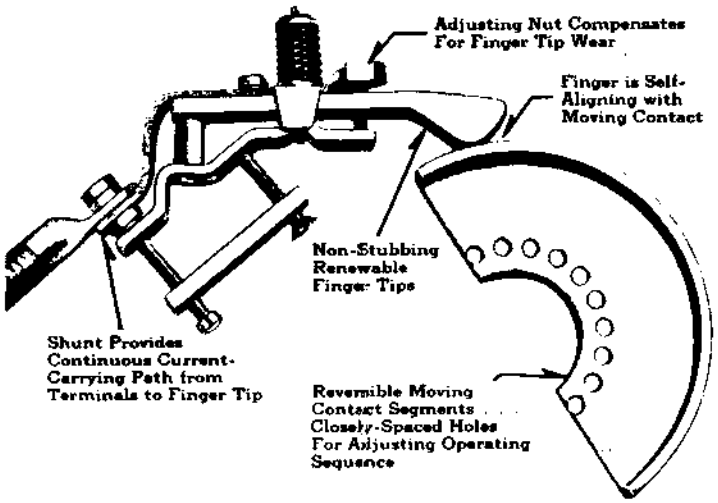
omoorepeyman.ir

اتصالات هادیها در وضعی محکم مهم است و کنترل فشار کنتاکتها و فنرها به صورتی دروه ای لازم می باشد .




شکل ۲.۱۵ کنترل کننده های استوانه ای ( نمونه )

omoorepeyman.ir




**شکل ۲_۱۶** سیستم کنتاکت کنترل کننده های استوانه ای

## اتصال زمین تجهیزات

طبق مقررات و برای حفظ ایمنی ، اتصالهای به زمین لازم و مفید میباشند. نگهداری از آنها بسیار ساده است زیرا تنها مورد لازم ، تامین هدایت الکتریکی خوب برای آنها است . کارکردن با یک سیستمی که اتصال زمین نشده است، هنگامی که تمامی یا بخشی از بدن فرد به طور نخواسته تبدیل به مسیری به سمت زمین شود ، ممکن است برای ایمنی فردی خطری جدی و منتج به مرگ یا صدمه دیدگی گردد.

هوشیاری دایم برای جلوگیری از بروز اتصال زمینهای نخواسته و رفع آنها در صورت بروز ، لازم خواهد بود. اتصال زمینهای مورد بحث ممکن است تولید اشکال در عملیات نموده و مدارها را غیر قابل پیش بینی و خطرناک کنند. استفاده از روشهای نادرست درسیم کشی و اتصال به زمینها ممکن است سبب شوند موتورها در مواقع دور از انتظار راه بیفتند یا هنگامی که لازم باشد ، از ایستادن خودداری کنند. حفاظت در برابر اضافه بار و دیگر سیستمهای حفاظتی ممکن است در نتیجه یک اتصال زمین نخواسته ، بی اثر گردند.

اغلب ، اتصال زمین نخواسته در مراکز تجمع شستی ها یا محلهای مشابهی با فضایی محدود، اتفاق می افتد که در آنها مفتولهای افشان رها شده ، ممکن است اتصالاتی را در نقاط نادرست پیش آورند. اتصال به زمینهای نخواسته ممکن است در محل ساییدگی سیمها در اثر لرزش نیز بوجود آیند مانند محل ورود به لوله ها.

رطوبت هم یکی از علل بروز اتصال به زمین است . لوله ها باید همیشه به نحوی نصب شوند که رطوبت از داخل تجهیزات و جعبه های ترمینال به بیرون هدایت شود . اگر در نتیجه تعرق یا غوطه وری ، آب بیش از حد در لوله جمع گردد ، ممکن است لازم شود هادیها را خارج کرده و لوله را تمیز نموده و سوراخهای آب رو تعبیه شوند و سپس هادیهای نو نصب گردند .

---

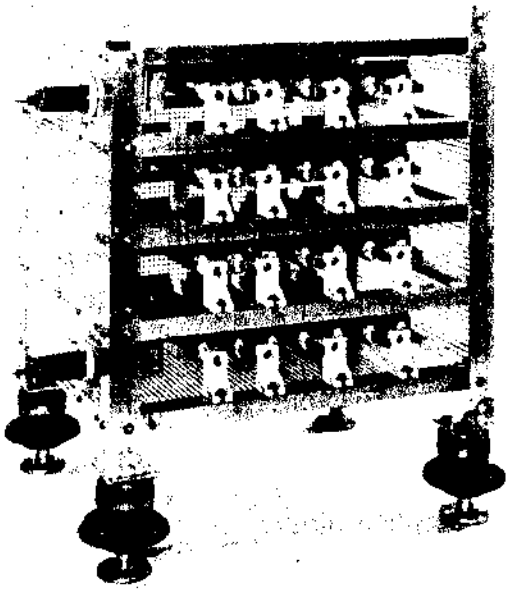
اخطار: همیشه قبل از اینکه روی هر لوله یا قسمتی از دستگاه که احتمال می دهید حاوی آب است کار کنید، مطمئن شوید که مدار آن بی برق است زیرا ممکن است جریانهای اتصال به زمین خطرناک وجود داشته باشند. بی اعتنایی به این اخطار ممکن است صدمه شخصی یا مرگ به دنبال داشته باشد و یا صدمه به ساختمان و محتویات آن وارد کند .

---

بسیاری از سیستمهای فشار متوسط برای کنترل ولتاژ به زمین و جریان اتصال به زمین سیستم ، از یک مقاومت اتصال به زمین ، مشابه شکل ۲_۱۷ ، استفاده می کنند . در هنگام بروز اتصال به زمین ، مجموعه مقاومت اتصال به زمین انرژی زیادی را جذب کرده و به صورت حرارت پخش میکند . در محل نصب مقاومت باید تهویه کافی برای پخش حرارت

omoorepeyman.ir

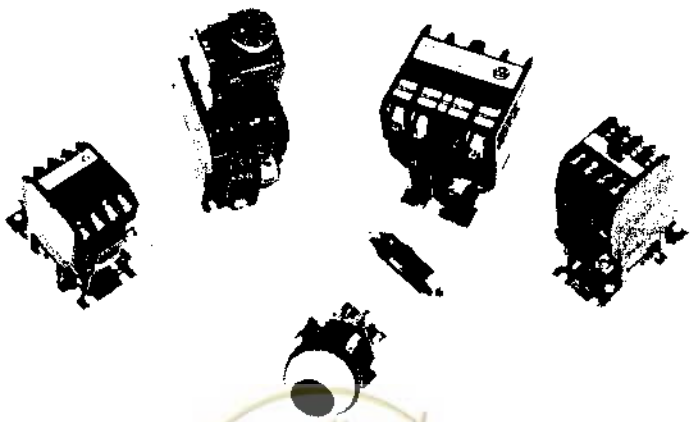
تولید شده در اختیار باشد بدون آنکه هر نوع تجهیزات دیگری که در نزدیکی بلافصل آن است ، تحت تاثیر فرا گیرد.



**شکل ۲.۱۷** مقاومت زمین ـ نمونه

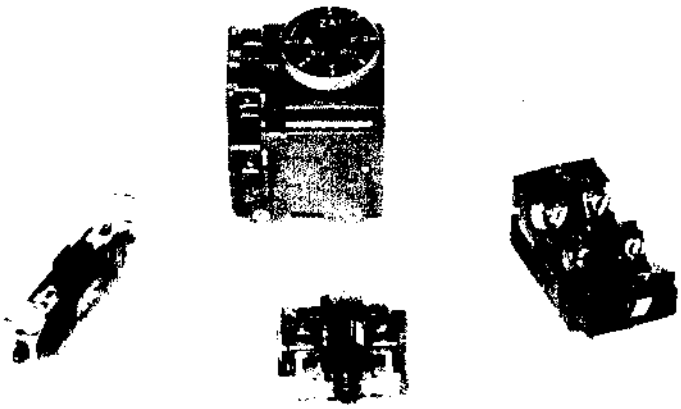
## اجزای مدارهای کنترل

نظر به اینکه کنتاکتهای لوازم کنترل جریانهای بسیار کوچکتری را نسبت به لوازم مدارهای نیرو از خود عبور می دهند، کنتاکتهای شستی ها ، رله ها، تایمرها ، کلیدهای فشاری ، کلیدهای محدود کننده حرکت ، مجموعه های کنتاکتهای کمکی کنتاکتورها و غیره به ندرت به علت فرسودگی احتیاج به تعویض پیدا میکنند. کنتاکتهای اجزای مدارهای کنترل ( شکل ۱۸ـ۲ را ببینید) نوعاً فقط هنگامی احتیاج به تعویض پیدا می کنند که در نتیجه اتصال کوتاه که بیش از ظرفیت آنها است ، صدمه دیده باشند. کنتاکتهای این گونه لوازم یا قابل تعویض نیستند( که در این صورت باید به کل دور انداخته شوند) و یا به عنوان مجموعه تعویض می شوند که ممکن است به فرم خشاب ، بلوکهای کنتاکت ، یا کلیدهای کلنگی ، کامل با محفظه های آنها باشند . نمونه ها در شکل ۱۹ـ۲ نشان داده شده اند.



**شکل ۲.۱۸** اجزای مدارهای کنترل

omoorepeyman.ir



**شکل ۲.۱۹** مجموعه های کنتاکتهای مدارهای کنترل

### اجزای مدارهای کنترل ـ با عمل دستی یا ماشینی

این وسایل شامل شستی ها ، کلیدهای انتخاب کننده ، کلیدهای محدودکننده ، کلیدهای مجاورت ، کلیدهای فشار و دما و غیره میباشند در مواردی که هریک از این اجزاء به عنوان وسیله ایمنی بکار روند ، ( مانند یک شستی «ایست اضطراری» ، یک کلید انتهای مسیر ، یک رله اضافه بار یا یک وسیله کنترل برای اضافه فشار« Relief Control Overpressure » کنتاکتهای مربوط معمولاً در حالت عادی بسته میباشند و بنابراین در حالت بسته در معرض جوش خوردگی در صورت اتصال کوتاه میباشند. بنابراین هر نوع برنامه نگهداری باید شامل کنترل کار این کنتاکتهای بسته در وضعیت عادی ، که به ندرت هم کار می کنند، باشد. اگر کنتاکتهای جوش خورده ای پیدا شوند ، باید تعویض گردند . این کنتاکتها اگر یکبار جوش خوردند ، مستعد جوش خوردن دوباره میباشند .

## رله های اضافه بار حرارتی

این نوع رله های اضافه بار ( وسیله مرکزی در شکل ۱ـ۲ )، جریان وسیله مصرف کننده را که در بیشتر موارد یک موتور است ، برای تولید حرارت در داخل خود به کار می گیرد و از مقدار و زمان برقراری این حرارت برای ایجاد نوعی عمل مکانیکی استفاده می نماید که نتیجه آن باز شدن کنتاکتهای مدار کنترل است . این وسایل هادیهای مدارهای موتور و خود موتورها را در برابر اضافه جریانهایی که در نتیجه اضافه بار تولید می شود، حفاظت می کند. اینها همچنین در صورت بروز اتصالیهای با شدت کم که در آن جریان اتصال کوتاه یا اتصال به زمین برای راه اندازی وسیله حفاظتی در برابر اتصال کوتاه کم است ، می توانند ایجاد حفاظت کنند. در این حالت نگهداری، به تمیزکاری ، محکم کردن ترمینالها و کنترل این که آیا المانهای حرارتی صحیح انتخاب شده اند، محدود میشود.

رله های اضافه بار ممکن است از انواع مختلف باشند:

۱ـ تک پل بیمتال با گرمکن های قابل پیاده کردن تّه یا برای شرایط محیط جبران کننده اند و یا نیستند. نحوه کار ممکن است با مسلح کردن ( Reset ) اتوماتیک ، دستی و یا قابل تبدیل از یکی به دیگری باشد. در بعضی موارد مقدار جریان در حد ٪۱۵ ± درصد قابل تنظیم است .

۲ـ بلوک های سه پل از نوع بیمتال با گرمکن های قابل پیاده کردن . گونه های ذکر شده در شماره ۱ بالا، ممکن است در این مورد نیز موجود باشند.

omoorepeyman.ir

۳_ هر دو نوع تک پل و بلوک های سه پل ممکن است با المانهای عملیاتی بیمتال که به طور مستقیم گرم میشوند، ساخته شوند که در این مورد محدوده جریان روی مکانیزم تنظیم ، مشخص میشود. گونه های ذکر شده در شماره های ۱ و ۲ در بالا ، در بیشتر مواقع در این مورد نیز موجود میباشند.

۴_ هر دو نوع تک پل و بلوک های سه پل با آلیاژ ذوب شونده که از لحیم اوتکتیک ( Eutectic ) استفاده میکند و می تواند هنگامی که آلیاژ دربوته ذوب شده ، جغجغه ای را که با یک فنر کوک می شود، آزاد کند. رله های اضافه بار از نوع آلیاژ اوتکتیک ، فقط از نوع مسلح سازی ( Reset ) دستی بوده و از نوع جبران کننده برای شرایط محیط نیستند، با این وجود ، می توان آنها را با دمای بالای ذوب طراحی نمود که حساسیت خود را نسبت به شرایط محیط ، به طور نسبی از دست بدهند.

## رله های اضافه بار مغناطیسی

این رله های اضافه بار از یک سیم پیچ با سطح مقطعی بزرگ تشکیل می شود، تا بتواند جریان موتور را بدون داغ شدن از خود عبور دهد. این نوع سیم پیچها اغلب سیم پیچهای سری نامیده می شوند زیرا به صورت سری با موتور بسته می شوند. این سیم پیچ روی میله ای متحرک نیروی مغناطیسی تولید می کنند که نقش آرماتور مدار مغناطیسی رله را به عهده دارد. رله های مغناطیسی اضافه بار ممکن است از نوع آنی باشند که برای کشف قفل شدن یاگیر کردن تجهیزات ( نام «رله گیردار» یا «Jam Relay» ازهمین جا است ) به کار می روند ، یا ممکن است دارای مشخصه عکس زمانی باشند که در آنها حرکت آرماتور بوسیله مکانیزم ضربه گیر ( شبیه کمک فنر Dashpot ) ،محدود می شود. در این مورد نگهداری ، به تعویض کنتاکتها، تمیزکاری ، محکم کردن ترمینالها و تنظیم یا رسیدگی به دستگاه «ضربه گیر» محدود میشود .

## ضربه گیر( Dashpot )

همـــه ضربه گیرها را تمیـــز نگهداریـد. مطمئـن شوید که نوع روغن ضربه گیرهای روغنی ، درست است . ضربه گیرهای هوایی یا مایع برای تاخیر در حرکت میباشند. آنها را با رواداریهای دقیق ، تراشکاری می کنند ، باید تمیز نگهداری شده و برای حرکت آزاد باشند. مقدار و نوع مایع ضربه گیرها مهم میباشد. نظربه اینکه گران روی (Viscosity) روغن با دما تغییر می کند، از روغنهای جایگزین نباید بدون تصویب سازنده استفاده نمود. اگر روغنهای جایگزین وجود داشته باشند، معمولاً سازنده نوع و مارک آنها را بطوری که تغییری درمشخصه های زمانی ضربه گیر نداده و یا موجب تخریب واشرها و کاسه نمدها نشود، مشخص خواهد کرد .

## رله های کنترل از نوع کنتاکتور

بسیاری از رله های کنترل مغناطیسی ، چه برای جریان متناوب و چه برای جریان مستقیم ، مشابه کنتاکتورهای مغناطیسی ساخته شده و بهره برداری می شوند. بنابراین نگهداری از آنها هم مشابه میباشد با این تفاوت که تعویض کنتاکتها به صورت واحد متداولتر از پرداخت کنتاکتها است . این رله های کنترل برای انجام عملیات منطقی مورد استفاده قرار می گیرند. مانند یک سیستم اتوماتیک که در آن ترتیب معینی از عملیات مشخص شده است ، یا به صورت رله های میانی یا بینابینی که جریانها یا ولتاژ های بالایی را کنترل می کنند، به طوری که اپراتور فقط در معرض ولتاژ ضعیف یا جریان کم قرار دارد . رله های نشان داده شده در شکل ۱۸_۲ ، رله های نوع کنتاکتوری میباشند.

## رله های نوع قابل تنظیم

انواع مختلف رله های قابل تنظیم برای عملیاتی مشخص طرح شده اند که در آنها تنظیم فنرها، قطع کننده ها، فاصله های هوایی و غیره به استفاده کننده اجازه می دهد مشخصه عملیاتی مخصوصی را که دلخواه او است ، به دست آورد . مثالهایی برای رله های قابل تنظیم عبارت اند از رله های احساس کننده ولتاژ ( رگولاتور ولتاژ ) که در آن ولتاژ

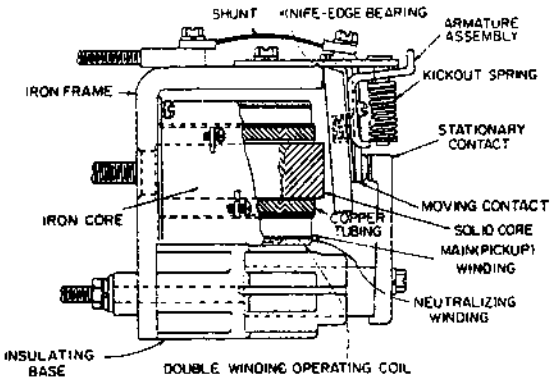
omoorepeyman.ir

شروع کار و ولتاژ قطع ( Pickup/Dropout Voltage ) بوسیله استفاده کننده و نوعاً با تنظیم فشار فنرها تنظیم میشوند. رله های تغییر جهت و ترمز کردن موتورها و رله های ضدآنها(Plugging/anti-Plugging Relays ) که برای محدود کردن پلاگینگ به ولتاژی معین یا ثابت زمانی مشخصی ، تنظیم می شوند و رله زمانی که در آنها تاخیر زمانی با میزان منافذ ضربه گیر ( Dashpot ) ، میزان حالت شیر نیوماتیک یامیزان یک پتانسیومتر ، تنظیم می شود.

## تایم ـ تاکتور ( Time - Tactor )

یکی از پیچیده ترین رله ها از خانواده رله های قابل تنظیم ، محصولی است که به نام تایم ـ تاکتور (Timer + Contactor ) شناخته می شود و وسیله ای است که دوچیز را با هم ترکیب می کند: یک رله شتاب دهنده با محدود کننده زمانی ( تاخیر زمانی ، رله های تغییر جهت و ترمز کردن موتورها یا رله های ضد آنها ( Plugging Or Anti- Plugging Relays ) و دیگری یک کنتاکتور که در حالت عادی بسته است ( کنتاکتور مجهز به فنر) و از آنها در کنترل موتورهای جریان مستقیم و در مدارهای ثانوی موتورهای جریان متناوب با روتور سیم پیچی شده ، استفاده می شود. با تشریح ساختمان و نحوه کار این وسایل ، انتظار می رود اصولی را که شامل همه رله های قابل تنظیم است ، توضیح داده باشیم .

بعضی از «تایم ـ تاکتور» ها با استفاده از سیم پیچهای دو تایی کار می کنند که بر روی نقطه ای از یک لوله مسی پیچیده میشود . شکل ۲۰ـ۲ را ببینید. یکی از سیم پیچهای دو تایی معروف به سیم پیچ اصلی یا سیم پیچ جذب است و دیگری سیم پیچ خنثی کننده خوانده می شود. این " تایم ـ تاکتور" ها براساس تاخیر زمانی اندوکتیو (Inductive) عمل میکنند و لوله مسی به عنوان یک سیم پیچ کم مقاومت اتصال کوتاه میباشد.




**شکل ۲۰ـ۲** رله قابل تنظیم با هسته پر

مدار مغناطیسی که مرکب از آرماتور و قاب است ، دارای فواصل هوایی قابل ملاحظه نمی باشد زیرا یکی از خواستهای «تایم ـ تاکتور» ها این است که رلوکتانس (Reluctance) مدار مغناطیسی تا حد امکان کم باشد.

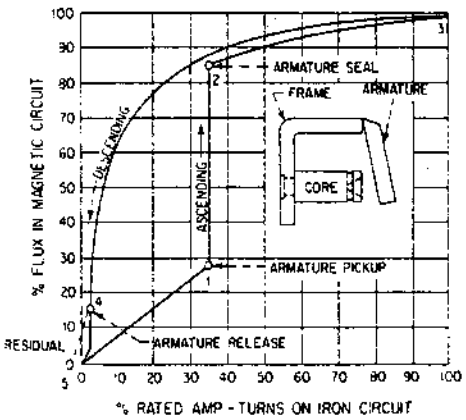
شکل ۲۱ـ۲ ، یک منحنی نمونه پسماند مغناطیسی ( Hysteresis ) را برای این خانواده از رله ها نشان میدهد. فلوی مدار مغناطیسی نسبت به نیروی مغناطیس کننده که بر حسب درصدی نسبت به آمپر دور اسمی برای مدار مغناطیسی نشان داده می شود، رسم می گردد . مدار را از این جهت رسم میکنند که فلورا در مراحل مختلف عملیات، از تحریک تا توقف رله نشان دهد.

## رله چگونه کار می کند

با توجه به منحنی شکل ۲۱ـ۲ ، هنگامی که ولتاژ جریان مستقیم به سیم پیچ عملیاتی وصل شود، نیروی مغناطیسی برابر حاصل ضرب تعداد دور سیمها در جریان عبوری از سیم پیچ خواهد بود . در حالی که آرماتور در حالت باز است ( نقطه 0 ) ، ازدیاد فلو نسبت مستقیم با ازدیاد نیروی مغناطیسی دارد . هنگامی که مقدار آمپر ـ دور به حدود

omoorepeyman.ir

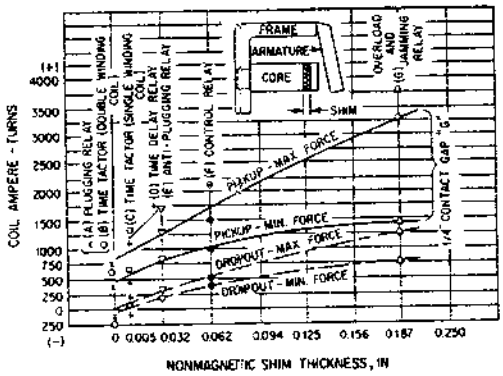
۳۵٪ آمپر ـ دور اسمی رسید، آرماتور جذب می شود( نقطه 1 ) و سریعاً به هسته می چسبد ( نقطه 2 ) . نظر به اینکه رلوکتانس شدیداً افت کرده است فلوتا حدود ۸۵٪ کل ممکن رشد می کند بدون آنکه نیروی مغناطیسی زیاد شود. بارشد جریان درسیم پیچ ،آهن به اشباع می رسد ( نقطه 3 ) و رشد فلو دیگر ادامه ندارد . هنگامی که سیم پیچ بی برق شود، زوال فلو دوباره مسیر 0,1,2,3 را طی نمی کند بلکه همانگونه که نشان داده شده است ، مسیری نزولی را در طول نقاط 0,4,3 خواهد پیمود. جز در صورتی که عمداً وسیله ای برای زوال پیش بینی شده باشد فلو ، فوری از مقدار حداکثر ( نقطه 3 ) تا نقطه آزاد شدن آرماتور ( نقطه 4 ) تنزل خواهد کرد. ازدیاد رلوکتانس به علت باز شدن آرماتور، فلو را به صفر سوق می دهد( نقطه 0 ) . اگر آرماتور بسته نگهداشته می شد، نقطه نزولی منحنی از نقطه 4 به نقطه 5 که با خط چین نشان داده شده است ، نقل مکان می کرد. محل تقاطع 4-5 و محور عمودی مقیاس پسماند مغناطیسی است . برای مغناطیس زدایی مدار به صفر، لازم می بودکه قطبهای جریان برعکس و شدت آن هم بیشتر میشد تا میدان مغناطیسی مساوی در جهت مخالف اثر می کرد. مقدار پسماند مغناطیسی را می توان با ایجاد یک فاصله هوایی اضافی در مدار مغناطیسی هم کم کرد. در هر حال باید توجه شود که فاصله هوایی بر نیروی ضد پسماند که برای مهار کردن فلوی پسماند در هسته به صفر لازم میباشد ( 0-5 ) تاثیری ندارد.




**شکل ۲۱_۲** فلوی تولید شده به وسیله نیروی مغناطیسی در سیم پیچ جریان مستقیم

به نحوی که در بالا بیان شده است ،هنگامی که سیم پیچ عملیاتی بی برق شود، فلو به سرعت به مقداری از پیش تعیین شده ، برای آزاد شدن آرماتور که در نتیجه ترکیب فاصله هوایی و فنر ضربه زنی که انتخاب شده است ، زوال پیدا میکند. مدت زمانی که پس از قطع برق آرماتور بسته می ماند تقریباً قابل اغماض است . بنابراین برای ایجاد تاخیر زمانی بین لحظه قطع برق و افتادن آرماتور ، سرعت زوال فلو باید کند شود . این نتیجه را می توان با احاطه مدار مغناطیسی با حلقه ای اتصال کوتاه شده که مقاومت آن کم باشد، به دست آورد.هر تغییری در فلوی مغناطیسی در حلقه اتصال کوتاه شده ولتاژی را القاء خواهد کرد که نتیجه آن عبور جریانی بزرگ از آن می شود . این جریان القاء شده سعی خواهد کرد فلو را در مقدار اولیه آن حفظ کند، اما پخش انرژی به صورت حرارت ، سبب زوال تدریجی فلو تا نقطه آزاد شدن آرماتور خواهد شد و به این ترتیب تاخیر زمانی به وجود خواهد آمد.

omoorepeyman.ir




**شکل ۲۲_۲** اثر ضخامت لایی غیر مغناطیسی و تنظیم فنر ضربه زن

## پسماند مغناطیسی

تاخیری که در تغییرات فلو در ماده مغناطیسی نسبت به تغییرات در نیروی مغناطیسی به وجود می آید، پسماند مغناطیسی ( Magnetic Hysteresis ) نامیده می شود. این مسئله به صورت تفکیک یا تفاوت بین بخشهای صعودی و نزولی منحنی درشکل ۲۱_۲ ظاهر می شود.

## اشباع

همچنین منحنی شکل ۲۱_۲ نشان می دهد که اشباع آهن موجود در مدار ، در حوالی ۴۰٪ از آمپر- دور نامی مغناطیس کننده ، شروع می شود . این موضوع از نظر رله مطلوب است زیرا در عملیات تکراری ، دقت وجود خواهد داشت . آهن را هنگامی اشباع شده می نامند که در اثر ازدیاد در نیروی مغناطیسی ، ازدیادی در فلوی مغناطیسی بوجود نیاید . در این حالت آهن کل فلویی را که می تواند ، حمل میکند و به حداکثر توانایی مغناطیسی خود می رسد.

## اصلاح مدار مغناطیسی

مدار مغناطیسی رله را می توان با کنترل ضخامت لایی غیر مغناطیسی موجود در انتهای نزدیک به آرماتور هسته، که مشخصه آزاد شدن آرماتور را تغییر می دهد ، اصلاح کرد. مشخصه های جذب شدن ، به وسیله فاصله هوایی بین هسته و آرماتور درحالت باز به علاوه نیروی وارده از طرف فنر ضربه زن در همان حالت، کنترل می شود. مشخصه های آزاد شدن ،به وسیله فاصله هوایی بین هسته و آرماتور درحالت بسته به علاوه نیروی کنتاکت و نیروی فنر ضربه زن، کنترل می شود. برای پی بردن به اثر ضخامت لایی غیر مغناطیسی به علاوه تنظیم فنر ضربه زن ، شکل ۲۲_۲ را ببینید.

شکل ۲۳_۲ رله ای را نشان می دهد که دارای یک سیم پیچ و یک لایی غیرمغناطیسی در مدار آهنربا است . بعضی از رله های تاخیر زمانی و رله های سنکرون که برای راه اندازی موتور سنکرون بکار می روند، از این ساختمان استفاده می کنند. یک لایی غیر مغناطیسی که به قدر کافی ضخیم است ورلو کتانس لازم را در مدار مغناطیسی بوجود می آورد، به طور دایمی در هسته نزدیک به قطب ، جاسازی شده است . لایی جاسازی شده مانند یک دهانه در مدار مغناطیسی جاسازی شده است و به این وسیله می توان فلوی بازمانده ( Residual Flux ) را کنترل کرد. سطح مقطع آهن باقیمانده در این بخش از هسته کوچک است و بنابراین فلوی باز مانده در حداقل میباشد . این نوع ساختمان هسته، دارای حدود یک هشتم فلوی باز مانده موجود در ساختمان هسته یکپارچه با همان اندازه ها ، پس از اشباع خواهد بود.

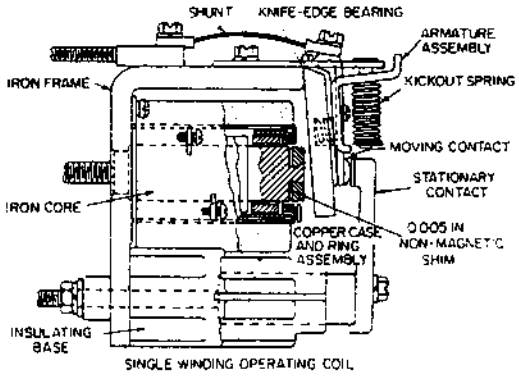
به تاخیر انداختن زوال فلو به منظور ایجاد تاخیر زمانی ، با جاسازی یک حلقه مسی اتصال کوتاه شده بین سیم پیچ و هسته ، به انجام می رسد . حلقه اتصال کوتاه شده تقریباً به پنج حجم برابر ، یک محفظه و چهار رینگ ، تقسیم

omoorepeyman.ir

شده است . تنظیم زمان بیشتر از این ، با عوض کردن محفظه مسی یا برنجی ، باز یا اتصال کوتاه کردن حلقه درهنگام قطع تغذیه ، ممکن میباشد . رله تاخیر زمانی مجهز به یک فنر قابل تنظیم ضربه زن و یک لایی غیرمغناطیسی است که می توان آنها را برای تنظیم بیشتر تاخیر زمانی در آرماتور به کاربرد.

تایم ـ تاکتورها مجهز به فنر ضربه زن غیر قابل تنظیم میباشند و برای تنظیم تاخیر زمانی آنها، وابسته به ترکیب محفظه ـ رینگها و روش قطع مدار سیم پیچ است .

رله سنکرون که مخصوص موتورهای سنکرون طرح شده است نسبت به فرکانس حساس میباشد. این رله به سیم پیچ دو حلقه ای مجهز بوده و متشکل از بخشهای جذب کننده و نگهدارنده است. از محفظه و رینگها صرفنظر و یک فنر ضربه زن قابل تنظیم برای تنظیم فرکانس لغزش ( Slip Frequency )، پیش بینی شده است .




**شکل ۲۳_۲** رله دارای لایی پرکننده غیرمغناطیسی

بعضی از تایم ـ تاکتورها اساساً بدون فاصله هوایی یا واشر فاصله بخش ( Spacer) غیرمغناطیسی، در مدار مغناطیسی ، ساخته می شوند( شکل ۲۰_۲ را ببینید) . بنابراین از حالت بسته بودن آرماتور، شروع زمان تاخیر را میتوان با قطع مدار تغذیه ، آغاز نمود. هنگامی که میدان مغناطیسی سیم پیچ اصلی سقوط می کند، جریان بزرگی در داخل لوله مسی ، که دارای سطح مقطعی بزرگ بوده و سیم روی آن پیچیده شده است ، القاء خواهد شد . جریان القاء شده در جهتی حرکت خواهد کرد که میدان مغناطیسی را تداوم بخشد و آرماتور را برای مدت زمانی بعد از قطع برق در سیم پیچ اصلی ، در حالت بسته نگه دارد . اما فلوی مدار مغناطیسی باید زوال پیداکند و از قسمت نزولی حلقه پسماند، مانند آنچه که در شکل ۲۱_۲ نشان داده شده است ، پیروی کند. تاخیر زمانی هنگامی ایجاد می شود که نیروی مغناطیسی تولید شده بوسیله لوله مسی به کندی زوال یابد و از نزول فوری نیروی مغناطیسی، که بر روی هسته آهنی تحمیل شده است، به صفر ، جلوگیری کند. آرماتورحتی هنگامی که نیروی مغناطیسی تولید شده به وسیله لوله مسی به صفر افت کند، آزاد نخواهد شد . نیروی نگهدارنده مغناطیسی که از پسماند فلو نتیجه می شود، بیشتر از نیروی فنر ضربه زن آرماتور است. برای اینکه آرماتور آزاد شود، یک نیروی مغناطیسی باید درخلاف جهت سیم پیچ اصلی بر هسته مغناطیسی تحمیل شود تا اثر آهنربایی پسمانده را خنثی کند. برای این منظور از یک سیم پیچ خنثی کننده استفاده می شود. بازیاد شدن نیروی ضد مغناطیسی ، فلوتا مقداری افت خواهد کرد که نیروی مغناطیسی ، کمتر از نیروی فنر ضربه زن آرماتور شود. در آن هنگام است که آرماتور آزاد خواهد شد تا دوره تاخیر زمانی را پایان داده و کنتاکت اصلی را ببندد.

دوره تاخیرزمانی یا طول زمان ، از لحظه بی برق شدن مدار سیم پیچ اصلی تا آزاد شدن آرماتور را می توان به نحوی موثر با تغییر دادن جریان سیم پیچ خنثی کننده ، کنترل یا تنظیم نمود.

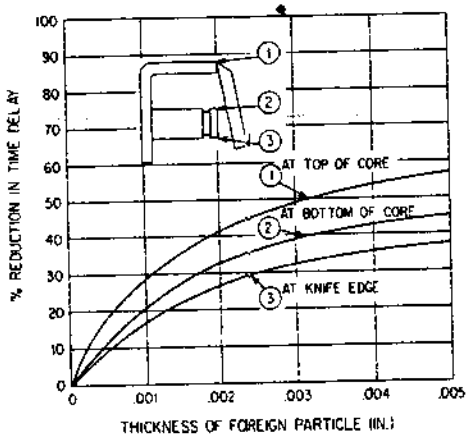
### نگهداری از رله جریان مستقیم

رله ها و تایم ـ تاکتورهایی که از این نوع ساختمان قاب استفاده می کنند، احتیاج به بازدید دوره ای فاصله هوایی دارند. زنگ ، کثافت ، سوختگیها یا ذرات خارجی که وارد فاصله هوایی شوند به رلو کتانس اضافه کرده و سبب

omoorepeyman.ir

کم شدن تاخیر زمانی می شوند. شکل ۲۴_۲ ، برای نشان دادن اثر دخول ذراتی به ابعاد مختلف در فاصله هوایی بر روی تاخیر زمانی ، ارائه شده است .

اگر رله به مدتی طولانی کار کند ، پسماند مغناطیسی رشد می کند و به حدی نامطلوب می رسد . این را میتوان به کوچک شدن فاصله هوایی یا پیرشدگی مغناطیسی نسبت داد . در مواردی که فنر ضربه زن وجود دارد ولی زیاد کردن نیروی ضربه زن کمکی به حل مسئله نمی کند. اضافه کردن یک لایی غیر مغناطیسی بین هسته و آرماتور ، رلوکتانس لازم برای کار رله را فراهم خواهد کرد .




**شکل ۲۴_۲** اثرذرات خارجی موجود در فاصله هوایی بر تاخیر زمانی

جدول ۹_۲ اطلاعات لازم برای عیب یابی تایم ـ تاکتور جریان مستقیم ، رله های تاخیر زمانی و رله های سنکرون را نشان می دهد.

## نگهداری از کنترل کننده ها ( راه اندازها) بعد از وقوع اتصال کوتاه (۱)

در مدار نهایی یک موتور که به نحوی صحیح نصب و هماهنگ شده و قبل از وقوع اتصال کوتاه در حال کار بوده است ، عمل وسیله حفاظتی اتصال کوتاه در مدار نهایی ( فیوز ، کلید خودکار ، وسیله حفاظت موتور در برابراتصال کوتاه و غیره ) نشانه وجود وضعیت اتصال است که بیش از اضافه بار عملیاتی میباشد. این شرایط اتصال، باید قبل از برقرار کردن مجدد مدارنهایی رفع شود و تعمیرات یا جایگزینیهای لازم ، انجام شود .

توصیه می شود که روش کلی زیر به وسیله افراد واجد شرایط در بازرسی و تعمیر کنترل کننده هایی که در اتصال کوتاه شرکت داشته اند ، رعایت شود . دستورالعمل سازنده برای سرویس نیز باید از نظر جزئیات اضافی ، مورد توجه قرار داده شود .

---

اخطار:

کلیه بازدیدها و آزمایشها باید بر روی کنترل کننده ها و تجهیزاتی انجام شوند که بی برق بوده، قطع شده و مجزا باشند، تا تماس اتفاقی با قسمتهای برقدار ممکن نباشد و کلیه روشهای ایمنی کار ، مراعات شده باشد.

---

### محفظه

صدمه اساسی به محفظه مانند تغییر شکل، جابجایی اجزا یا سوختگی ، ایجاب می نماید تا کل کنترل کننده تعویض شود .

omoorepeyman.ir

### کلید خوکار

داخل محفظه و کلید خود کار را از نظر آثار صدمه دیدگی بازبینی کنید. اگر اثری واضح وجود ندارد ، کلید را می توان مسلح ( Reset ) کرده و وصل نمود. اگر این تردید باشد که کلید خودکار قبلاً چند بار اقدام به قطع اتصال کوتاه کرده است ، یا نشانه هایی از فرسودگی در داخل محفظه آن وجود دارد، قبل از برگرداندن کلید به سرویس باید آزمونی را که قبلاً شرح داده شده است ( پیش از جدول ۴_۲ ) انجام داد.

### کلید جداکننده

دسته کلید عملیاتی خارجی باید قادر به قطع کلید باشد . اگر دسته کلید نتواند کلید را قطع کند یا اگر پس از باز کردن کلید، بازدید نشان دهد که فرسودگیها و معایب کلید بیش از اندازه میباشد ، مانند داغ شدگی ، آبله رویی تیغه ها یا آرواره ها ، شکستگی یا ذغالی شدن در مقره ها ، کلید باید تعویض شود .

### نگهدار فیوز

وجود فرسودگی در نگهدار فیوزها یا پایه های نصب عایق آنها تعویض نگهدار فیوز را ایجاب می نماید.

**جدول ۹_۲** لیست عیب یابی رله های جریان مستقیم

| | |
|---|---|
| اگر رله پس از برقدار شدن راه نیفتد، نکات زیر را بررسی کنید: | |
| ۱ | صدمه دیدگی سیم پیچ |
| ۲ | تنظیم نادرست فاصله هوایی |
| ۳ | اصطکاک بیش از حد در مجموعه متحرک |
| ۴ | نیروی بیش از حد در فنر ضربه زن |
| ۵ | ولتاژ نادرست سیم پیچ |
| ۶ | اتصالات نادرست در سیم کشی |
| ۷ | ناتوانی مدار کنترل در تولید سیگنال |
| اگر با در نظر گرفتن رواداریهای مجاز رله پس از برقدار شدن از تکرار تاخیر زمانی تنظیم شده خودداری کند نکات زیر را بررسی کنید : | |
| ۱ | اصطکاک بیش از حد در مجموعه متحرک |
| ۲ | فرسودگی فاصله هوایی که با آبکاری درست شده است |
| ۳ | زیاد شدن فاصله هوایی درنتیجه خش ، سوختگی ، کثافت ، زنگ زدگی یامواد‌خارجی دیگر |
| ۴ | مدار برای ایجاد زمان عکس العمل لازم ، درست نیست |
| ۵ | نیروی ضربه زن متغیر که در اثر جا فنری معیوب ایجاد می شود |
| ۶ | جوش خوردگی کنتاکتها |

(۱) این قسمت از استاندارد NEMA ICS2-1978 (R1983) گرفته شده است.

omoorepeyman.ir

### ترمینالها و هادیهای داخلی

نشانه های صدمه دیدگی در اثر جرقه و یا داغ شدگی مانند رنگ پریدگی و ذوب شدگی عایقبندی ، لازم مینماید قسمتهای صدمه دیده تعویض شوند.

### کنتاکتور

لازم است کنتاکتهایی که نشانه های صدمه دیدگی حرارتی ، جا به جایی فلز یا فرسودگی بیش از مقدار مجاز دارند همراه با فنرهای آنها، تعویض شوند. اگر فرسودگی به ورای کنتاکتها مانند چسبیدگی در راهنماها یا وجود شواهدی برای صدمه دیدگی مقره ها سرایت کرده باشد ، اجزای صدمه دیده یا کل کنتاکتور باید تعویض شود.

### رله های اضافه بار

اگر سوختگی در المان جریان یک رله اضافه بار به وجود آمده باشد ، کل رله اضافه بار باید تعویض شود . همچنین هر گونه نشانه ای دال بر جرقه زدگی و یا سوختگی عایقبندی رله اضافه بار ، لازم مینماید که رله اضافه بار تعویض شود.

اگر نشانه ظاهری برای صدمه دیدگی تا حدی که تعویض را لازم بداند وجود نداشته باشد ، رله را باید به وسیله برق یا به صورت مکانیکی وادار به قطع نمود تا ثابت شود کنتاکت یا کنتاکتهای رله اضافه بار درست عمل می کند.

### کنتاکتور

قبل از بازگرداندن کنترل کننده به وضعیت کار ، لازم است محکم بودن اتصالات الکتریکی و نبودن اتصال کوتاه، اتصال به زمین و نشت کنترل شوند.

قبل از برقدار کردن مدارنهایی ، لازم است همه محفظه ها بسته و محکم شوند.

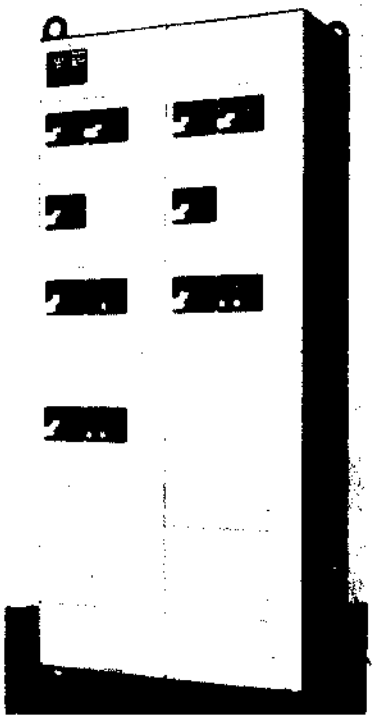
## نگهداری ازمراکز ( تابلوهای ) کنترل موتور ( Motor Control Centers )[1]

انواع مختلفی از تابلوهای مراکز کنترل موتور و پانلهای کلیدهای خودکار کمپاکت ( Molded case ) وجود دارند. ( شکل ۲۴_۲ را ببینید) . این توصیه نامه برای نگهداری دارای جنبه عمومی است و می توان آن را برای انواع زیادی از تابلوها تعمیم داد.

### محفظه های مراکز کنترل موتور

معمولاً در جوی پاک ، خشک و غیر خورنده محفظه ها نیازی به هیچ گونه نگهداری ندارند. در شرایطی با محیط نه چندان مناسب ، محفظه ها باید به صورت دوره ای از نظر تجمع بیش از حد گرد و خاک و کثافت و شرایط خورنده ، کنترل شوند. هر چه محیط آلوده تر باشد ، کنترل باید در دوره های کوتاه تری انجام شود . هرنوع تجمعی باید با استفاده از جاروی برقی یا به صورت دستی ، در هنگام بی برقی تابلو برای نگهداری ، زدوده شود. از هوای فشرده برای پاک کردن «خانه» های (Compartments) یک مرکز کنترل موتور ، استفاده نکنید. فضاهای محبوس و نزدیک به شینه ها و دیگر لوازم کنترل ، پراکندگی ذرات معلق در هوا را محدود می کند به نحوی که این ذرات در واقع خارج نمی شوند بلکه جا به جا میگردند. محفظه هایی با خوردگی زیاد باید به خوبی تمیز شده و تا جایی که برای یک سرویس طولانی لازم است ، از نو رنگ آمیزی شوند.

omoorepeyman.ir



**شکل ۲.۲۵** یک مرکز کنترل نوعی موتور

**شینه ها و اتصالات ترمینالها**

هر گونه شینه یا ترمینال شل ، ایجاد داغ شدگی می کند و منجر به بروز عیب درنحوه کار یا خرابی در تجهیزات میگردد . داغ شدگی در شینه یا محل اتصال به ترمینال ، سبب رنگ پریدگی شینه می شود که در نقاط اتصال ، قابل رویت بوده و می توان به سادگی آنها را دید ولی دربیشتر موارد برای احتراز از تعویض ، دیگر دیر شده است . وضعیت شینه ای که داغ می کند به نحوی است که خود، خرابی وضع خود را تشدید می کند و آخر سر منجر به فرسودگی سیستم شینه و تجهیزات متصل به آن می شود، مانند: وسایل حفاظتی ، اتصالات و سوراخکاریهای شینه ، هادیهای عایقبندی شده و غیره . کابلشوهای آلومینیومی معمولاً آبکاری شده میباشند و لذا نباید با مواد ساینده پاک شوند.

اتصالات به شینه ها و ترمینالها باید به صورت دوره ای بازدید شوند تااطمینان حاصل شود که همه اتصالات به نحوی درست محکم میباشند. محکم کردن با گشتاوری مناسب ، بستگی به اندازه پیچ ، نوع پیچ و نوع شینه و یا جنس ترمینال دارد . مقدار گشتاورمناسب برای انواع اتصالات مورد استفاده معمولاً در مدارک آموزشی سازنده و یا دستورات نگهداری او موجود میباشد. تصور نکنید که ملحقات و یراق آلات شینه و یا ترمینالها پس از محکم شدن با مقدار گشتاور مناسب آنها ، برای همیشه محکم باقی خواهند ماند.

در اتاقهای تجهیـــزات با ویبراسیون و یا سیکل گرمایشی / سرمایشی بیش ازاندازه شدید، لازم است نسبت به شینه هاو اتصالات ترمینالهای موجود ، توجه مخصوص شود زیرا ممکن است سبب شل شدن پیچها به بیش از حد معمول گردد.

---

(۱) این قسمت از استاندارد NFPA 70B - 1983 گرفته شده است.

omoorepeyman.ir

## مقره های تکیه گاه شینه

مقره های تکیه گاه شینه ها و یا حصارها باید بازدید شوند تااطمینان حاصل شود که عاری از آلاینده ها میباشند. مقره ها باید به صورت دوره ای از نظر وجود ترکها و یا مسیرهای جرقه بازدید شوند. واحدهای معیوب باید تعویض و یراق آلات شل باید محکم شوند.

## وسایل مجزا کننده

کلیدهای مجزا کننده هر دو طرف یعنی تغذیه و مصرف ، باید ازنظر نگهداری درست ، ارزیابی شوند. قبل از شروع این ارزیابی ، وسیله مجزا کننده طرف تغذیه باید باز شده و در آن حالت قفل شود یاروی آن بر چسب (TAG) مخصوص نصب شود تا در هنگام عملیات نگهداری از برقدار شدن اتفاقی آن به وسیله کارکنان دیگر ، جلوگیری شود. کلیدهایی را که به طور معمول در واحد های کشویی در مراکز کنترل موتور مورد استفاده قرار میگیرند، می توان باز کرده و به نحوی ایمن بیرون آورده و روی میز کار بازدید کرد و بدین ترتیب از خطری بالقوه پرهیز نمود.

هرگز تصور نکنید که چون مکانیزم دسته جداکننده در حالت قطع است کلید جدا کننده نیز قطع میباشد. از نظر ایمنی همیشه دوباره کنترل کنید.

کلیدهای مجزا کننده عموماً دارای تیغه های قابل رویت و مکانیزمهای باز میباشند و هنگامی که در داخل محفظه مناسبی نصب نشده باشند ، ممکن است در معرض آلودگی قرار گیرند. بنابراین نگهداری عادی باید شامل روشی برای بازرسی و خارج سازی تجمع گردوخاک بیش از حد باشد . در مراکز کنترل موتور ، بیشتر مواقع برای مدارها از مجزا کننده های نوع کمپکت غیر اتوماتیک به جای مجزاکننده های نوع باز استفاده می شود. برای این نوع موارد استفاده، مکانیزم داخلی در برابر آلاینده ها محفوظ تر خواهد بود . خارج کلیدها باید بازدید و پاک شود.

حرارت بیش از حد دریک کلید مجزا کننده ممکن است منجر به از بین رفتن عایقبندی شود و آخر سر به خرابی خود وسیله بینجامد. اتصالات شل ، منبع بزرگی برای بروز حرارت میباشند. اتصالات ترمینالها و شینه ها و همچنین اتصالات کابلها باید بازدید شوند و با استفاده از توصیه های سازنده برای گشتاور ، تا حد لزوم محکم شوند. هر گونه وسیله ای که در آن شواهدی برای هادیهای داغ و عایقبندی ذغال شده وجود دارد که ممکن است به وسیله جرقه بوجود آمده باشد، باید تعویض شود. کنتاکتها باید از نظر وجود شواهد جوش خوردگی یا سطوح آبله روی بیش از حد، بازدید شوند. مجزا کننده های دارای هر یک از این شواهد صدمه دیدگی ، باید تعویض شود .

مکانیزم ها را باید به صورت دستی راه اندازی نمود تا نسبت به وجود شرایط کاری صحیح آنها، اطمینان حاصل شود . در شرایط جوی گرم و خشک ، مانند داخل محفظه مرکز کنترل موتور ، روغنکاری انجام شده در کارخانه پس از گذشت زمانی ، خشک می شود. برای انجام صحیح روغنکاری ، دستورالعملهای سازنده را دنبال کنید .

## فیوزها

معمولاً فیوزها همراه با کلیدهای مجزاکننده مورد استفاده قرار می گیرند. هیچگاه و در هیچ شرایطی نباید یک فیوز تصنعی یا قطعه ای مس یا مقداری سیم ، حتی به صورت موقتی ، به عنوان جایگزین فیوز مورد استفاده قرار گیرد.

## کنتاکتورها

نظر به این که کنتاکتورها بخش فعال کنترل کننده موتور میباشند باید انتظار داشت که به طور عادی فرسوده شوند . برای اطمینان از این که همه اجزای متحرک به خوبی کار می کنند، باید آنها را به صورت دوره ای بازدید نمود. کنتاکتهایی که به شدت فرسوده یا آبله رو شده اند باید به صورت گروهی تعویض شوند تا از همراستا وهمتراز نشدن آنها، احتراز شود. پرداخت کنتاکتها نباید صرفاً به عنوان یک عمل پاکسازی انجام شود بلکه باید تا حدی پیش رفت که شکل صحیح کنتاکت بازسازی شود. کنتاکتهای دارای آلیاژ نقره یا دیگر فلزات اصیل را باید با استفاده از سوهان ریز، سنگ یا ساینده های دیگری که ذرات ساینده از خود به جا نمی گذارند پرداخت نمود. بازدیدهای عادی باید همیشه

omoorepeyman.ir

شامل کنترل محکم بودن ترمینالها و اتصالات کابلها و جستجوی وجود داغ شدگی باشد. تعویض ها باید با توجه به شـرایط موجود انجـام شوند. کنتاکتورهایی که در محیطی با جو خورنده یا با الیاف معلق و حتـی در مواردی که در محفظه های مجهز به واشرهای آب بندی شده نصب می شوند، احتیاج به بازدیدهایی با دوره کوتاه تر دارند. توصیه های سازنده برای انجام عملیات نگهداری و تعویض قطعات باید دقیقاً دنبال شوند.

## رله های حرارتی اضافه بار

رله های اضافه بار موتور نقش حیاتی نظارت بر وضعیت جریان اضافه بار موتور را بر عهده دارند . المانهای گرمکن معمولاً قابل تعویض میباشند ولی در هر حال ، اگر المان عمل کند یا در آن سوختگی ایجاد شود، علت باید معلوم و رفع شود. تعویض یک المان گرمکن با المانی با جریان اسمی بالاتر نباید بدون توجه کامل به دمای محیطی که موتور در آن کار می کند انجام شود. این نوع رله های اضافه بار ، از المانهای حرارتی استفاده می کنند که به نحوی طرح می شوند که با تبدیل شدت جریان در هادیهای موتور به حرارت درالمان رله ، وضعیت اضافه دمای تولید شده در سیم پیچ موتور را تفسیر می کند. با افزایش حرارت در المان به مقداری که از پیش تعیین می شود ، مدار کنترل سیم پیچ نگهدار کنتاکتور مغناطیسی قطع و مدار نهایی موتور باز میشود. دو نوع از متداولترین المانهای حرارتی در رله های اضافه بار برای شروع عملیات قطع کنتاکتور ، از بیمتال و یا از پیوندی با آلیاژ ذوب شونده استفاده می کنند.

از المانهای اضافه بار حرارتی ، براساس شدت جریان موتور در بار کامل و مشخصات رو تور قفل شده که از روی پلاک ویژگیهای نامی آن استخراج می شود، استفاده میگردد. سوابق کامل مربوط به همه موتورهاشامل شدت جریان دربار کامل همراه با نمودارهای مخصوص سازنده برای انتخاب و روش استفاده از المانهای حرارتی ، باید به عنوان قسمتی از هر پرونده نگهداری برای راه اندازی های موتور باشد. نمودارهای نحوه استفاده از المانهای حرارتی برای اندازه کنتاکتوری که باید استفاده شود، معمولاً در داخل محفظه راه انداز نصب شده است.

عملیات نگهداری عادی باید شامل کنترل ترمینالهای شل و اتصالات مربوط به گرمکنها و جستجوی نشانه های داغ شدگی باشد. داغ شدگی می تواند سبب ذغالی شدن مواد ریختگی پلاستیکی شود که آن هم شرایطی بالقوه برای شکست عایقبندی ایجاد می کند . همین طور داغ شدگی ممکن است سبب به هم خوردن کالیبراسیون رله اضافه بار شود. رله هایی که نشانه هایی از گرمای بیش از حد در آنها دیده می شودباید تعویض شوند.

## وسایل کنترل

وسایل کنترل کمکی و دیگر وسایل کنترل شامل وسایلی هستند که به طور عادی در راه اندازهای موتورها مورد استفاده میباشند و شامل : شستی ها ، کلیدهای انتخاب کننده ، چراغهای نشانگر ، تایمرها، رله های کمکی و غیره میشوند. به طور کلی کنترلهای معمول برای نگهداری این گونه لوازم ، شامل موارد زیر میباشد:

۱ـ وجود اتصالات شل را کنترل کنید.
۲ـ صحت عمل مکانیکی شستی ها و بلوکهای کنتاکت را کنترل کنید.
۳ـ کنتاکتها را ( اگر باز میباشند) بازدید کنید.
۴ـ نشانه های داغ شدگی را جستجو کنید.
۵ـ لامپهای نشان گر را تعویض کنید.

## رابطهای قفلی الکتریکی ( Electrical Interlocks )

یک کنتاکتور یا راه انداز ممکن است مجهز به کنتاکتهایی کمکی باشد که اجازه برقراری رابطه قفلی با وسایل دیگر را بدهد یا به منظور نشان دادن موقعیت عملیاتی دیگر از آنها استفاده شود. نگهداری صحیح از این لوازم الکتریکی شامل موارد زیر می باشد :

۱ـ وجود اتصالات شل را کنترل کنید.

omoorepeyman.ir

۲ـ صحت عمل مکانیکی و همردیفی و همسطحی با کنتاکتور را کنترل کنید.
۳ـ کنتاکتها را ( اگر باز میباشند ) بازدید کنید.

## رابطهای قفلی مکانیکی ( Mechanical Interlocks )

رابطهای قفلی مکانیکی را می توان در دو گروه ، که به نوع کاربرد آنها بستگی دارد، دسته بندی نمود: دسترسی ایمن و کارآیی عملیاتی . رابطهای قفلی با دسترسی ایمن به نحوی طراحی می شوند که از تماسهای تصادفی کارکنان عملیاتی با قسمتهای برقدار و خطرات برق گرفتگی جلوگیری کنند. رابطهای قفلی عملیاتی مانند انواعی که بر روی کنتاکتورهای تغییر جهت گردش موتور وجود دارند به نحوی طرح می شوند که از وصل اشتباهی کنتاکتورهای موازی که برای ایجاد شرایط متفاوت عملیاتی سیم کشی شده اند ، جلوگیری کنند. مراکز کنترل موتور ، برای سادگی بازبینی و قابلیت تعویض ، به راه اندازهای دارای چند شاخه مجهز می باشند ( Plug-in ). رابطهای قفلی مکانیکی باید برای اطمینان از این که برای انجام عملیات آمادگی دارند و سطح یاتاقانهای آنها برای اجرای نقش پیش بینی شده آزاد میباشند، بازبینی شوند. نمونه هایی از خاصیت قفلی و یا رابط قفلی مورد استفاده عبارت است از:

مکانیزم های مجزا کننده اصلی به طور معمول مستقیماً روی وسیله مجزا کننده در واحد چند شاخه (Plug-in) نصب می شود . اینها از نظر مکانیکی با در ، رابطه قفلی دارند تا اطمینان حاصل شود در هنگامی که مجزا کننده اصلی در وضعیت وصل ( ON ) است ، در حالت بسته نگاه داشته می شود. در هنگام انجام عملیات نگهداری، باید برای اطمینان از اینکه تنظیم درست بوده و رابط قفلی ایمنی لازم را ایجاد می کند، کنترل به عمل آید .

مکانیزم های عملیاتی مجزا کننده به طور معمول مجهز به وسیله ای برای قفل شدن میباشند که می توان به آن، در حالی که در بسته است و یا پس از باز شدن آن ، چند دستگاه قفل نصب نمود . هنگام انجام کنترلهای مربوط به نگهداری در دستگاه ، و دورتر ، در پایین دست یعنی محل موتور ، این مکانیزمها باید برای رعایت ایمنی شخصی ، در وضعیت قطع ( OFF ) قابل قفل شدن باشند .

بیشتر واحدهای راه انداز ، مجهز به مکانیزم حذف میباشند که با تحریک آن ، مکانیزم رابط قفلی در ، هنگامی که وسیله مجزاکننده در حالت وصل است ( ON ) ، آزاد می شود. امکان استفاده از مکانیزم حذف باید محدود به افراد واجد شرایط نگهداری و عملیاتی باشد.

واحدهای راه انداز چند شاخه ( Plug- in ) معمولاً در داخل سلول خود با استفاده از یک مجموعه چفت، در وضعیت وصل قفل می شوند. معمولاً نیازی به انجام عملیات نگهداری روی این مجموعه وجود ندارد ولی نحوه کار آن باید از طرف پرسنل نگهداری کننده ، درک شود.

omoorepeyman.ir

## بخش هفتم - نگهداری تجهیزات الکتریکی

فصل سوم:

# نگهداری باتریهای صنعتی

(سرب - اسیدی، نیکل - کادمیوم، نیکل - آهن)

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

# فصل سوم - نگهداری باتریهای صنعتی (سرب - اسیدی، نیکل - کادمیوم، نیکل-آهن)

دراین فصل نحوه نصب و نگهداری صحیح سه نوع باتری انباره ای ( ثانوی ) که کاربردهای صنعتی دارند، مورد بحث قرار می گیرد: باتریهای سرب - اسیدی، نیکل - کادمیوم و نیکل - آهن

گرچه در مورد ملاحظاتی که در انتخاب صحیح نوع باتری برای کاربردهای خاص باید به آنها توجه شود بحث عمیقی ارائه نخواهد شد، لیکن تفاوت های عمده ای که در مشخصه های این نوع باتریها وجود دارد ، مطرح خواهد شد. روند انتخاب باتریها الزاماً پیچیده است، لذا بررسی دقیق کاربرد مورد نظر و نیز آشنائی کامل با نحوه کار و سایر مشخصه های باتریها را ایجاب می کند. در اغلب مواقع توصیه میشود که انتخاب باتری برای هر کاربرد (بویژه اگر آن کاربرد، نسبتاً جدید هم باشد)، با مساعدت نماینده مطلع یکی از سازندگان عمده باتری صورت گیرد.

هر سه نوع باتری که دراین فصل مورد بحث قرار می گیرنداز یک نظر مشترکند : در همه آنها منافذی تعبیه میشود تا گازهایی که هنگام شارژ بوجود می آید، بدون ایجاد خطر خارج شود.

ابتدا لازم است چند اصطلاح خاص که استفاده کننده در نوشته های مربوط به باتریها با آن مواجه می شود ، تعریف شود. اندازه سلولها و باتریها بر حسب ظرفیت نامی یا مجاز آنها مشخص میشود. این مقدار که معمولاً برحسب آمپر- ساعت بیان می گردد، ظرفیتی است که انتظار می رود باتری یا پیل تحت شرایط کار عادی در بیشترین مدت عمر خود تحویل دهد . دانستن آهنگ ( سرعت ) دشارژی که تحت آن ظرفیت نامی تعریف شده، بسیار مهم است زیرا ظرفیت تحویلی به آهنگ دشارژ بستگی دارد. آهنگ ساعتی ، روش مناسبی است برای بیان آهنگ شارژ و دشارژ که یک باتری تحت آن کار می کند. مقادیر ساعتی برای هر نوع پیل توسط سازنده مشخص و در مدارک فنی آن قید میگردد.

آهنگ ساعتی ، آمپراژ دشارژی است که سلول را در تعداد ساعت اعلام شده تخلیه می کند. بعنوان مثال ، وقتی پیلی با یک آمپراژ معین در سه ساعت دشارژ شود ، در پایان ساعت سوم پیل به تخلیه کامل نزدیک شده و ولتاژ آن بسرعت شروع به افت خواهد کرد. در خواندن مقدار ساعتی باتریها ، توجه به ولتاژ قطع ( CUT - OFF ) که آهنگ ساعتی در آن ولتاژ تعیین شده حائز اهمیت است . هر چه ولتاژی که در پایان دشارژ مورد نیاز است بیشتر باشد، دوره دشارژ با همان آهنگ شارژ، کوتاهتر خواهد بود. ولتاژ قطع ( CUT - OFF ) ولتاژ دشارژی است که در آن ، دشارژ باید متوقف شود. دشارژ کردن مکرر به کمتر از این ولتاژ ممکن است به پیل آسیب برساند. بازده عبارت از درصدی از شارژ ورودی است که می توان در دشارژ بعدی از پیل گرفت. تراکم انرژی ، توان تحویلی در واحد وزن یا واحد حجم باتری است که بر حسب وات - ساعت بر پاوند یا وات - ساعت بر اینچ مکعب بیان میشود.

## باتریهای سرب - اسیدی

دو نوع باتری سرب - اسیدی برای کاربردهای صنعتی ساخته میشود. این باتریها بطور کلی به باتریهای محرک - توان (MOTIVE - POWER) و ساکن موسومند. کاربرد باتریهای محرک - توان نوعاً در کامیونهای حمل مواد، لوکوموتیوها، تراکتورها و واگن های (ارابه های) رفت و برگشت به معادن، جاروهای برقی و کف سایها، مسافربرهای مخصوص کار سنگین ، وسائط حمل و نقل ، چهارچرخه های گلف و ماشینهای چمن زنی است . باتریهای ساکن نوعاً در تابلوها و دستگاههای برق اضطراری ایستگاهها و پستهای برق ، تابلوها و دستگاههای برق اضطراری، نیروگاههای تولید برق ، کامپیوترها و سایر سیستم های بدون قطع برق ، تجهیزات مختلف شرکت تلفن ، سیستم های روشنائی اضطراری و ارسال علائم راه آهن کاربرد دارند. بسته به نوع کاربرد ، سه نوع باتری ساکن وجود دارد که اغلب سازندگان تولید می کنند و عبارتند از باتریهائی که با شبکه های آلیاژ سرب - کلسیم ساخته میشوند و باتریهائی که با شبکه های سرب - آنتیموان ساخته میشوند.

ماده فعال الکترودمثبت در باتریهای سرب - اسیدی ، دی اکسید سرب و الکترود منفی از جنس سرب اسفنجی

omoorepeyman.ir

با واکنش پذیری بالاست.

الکترودها با حفظ فاصله جدایی از نظر الکتریکی نسبت به یکدیگر عایق می باشند . جنس جداکننده ها مختلف است، مانند مواد سلولزی اشباع شده با رزین ، لاستیک میکروپوروس ، پلاستیک میکروپوروس و ورقهای فایبر گلاس بالائی میکروپوروس . در اغلب جداکننده ها رویه مقابل به الکترود مثبت دارای برآمدگیها یا دندانه های عمودی بوده و رویه دیگر صاف و بدون دندانه ساخته میشود.

در باتریهای کاملاً شارژ شده ، الکترولیت محلولی از اسید سولفوریک وجود دارد که بسته به کاربرد مورد نظر چگالی ویژه آن در حدود ۱/۲۱۵ تا ۱/۳۰۰ است. در تمام انواع باتریها ، بجز باتری پلانته (Plante) ، مواد فعال مثبت و منفی بر روی سازه هایی از شبکه سربی ، نگهداشته می شوند. ( الکترود مثبت در باتری پلانته ، قطعه صلبی از سرب خالص است که بمنظور افزایش سطح آن ، برآمدگیهائی در فواصل مساوی بر روی آن ایجاد و سپس بطور الکتروشیمیائی با فرآیند شکل دهی الکترولیتی به دی اکسید سرب تبدیل میشود ) . اما در اغلب کاربردها شبکه از یک آلیاژ سرب با ۴/۵ تا ۷ درصد آنتیموان و مقدار کمی آرسینک و قلع ریخته گری میشود . کار آنتیموان ، سخت کردن سرب و تسهیل ریخته گری است . برای برق اضطراری درکاربرد تلفن که در آن مقدار خود دشارژ پائین و جریانهای شناور مورد نیاز است ، در آلیاژ شبکه بجای آنتیموان از مقدار کمی کلسیم ( کمتر از ۰/۱۰ درصد ) استفاده میشود . بطور کلی در آلیاژ کلسیم ، آرسنیک یا قلع بکار نمی رود.

در حالت شارژ کامل ماده فعال منفی بصورت سرب، ماده فعال مثبت بصورت دی اکسید سرب و غلظت اسید سولفوریک در حداکثر میزان آن است. هنگامیکه پیلی دشارژ میشود، الکترود مثبت طبق فرمول زیر تبدیل به سولفات سرب میگردد:

$$Pbo_2 + 4\,H^+ + SO_4^{=} + 2\,e \rightarrow 2H_2O + PbSo_4$$

الکترود منفی نیز به سولفات سرب تبدیل میشود :

$$Pb + SO_4^{=} \rightarrow PbSO_4 + 2e$$

از ترکیب واکنش های مثبت و منفی بدست می آید:

$$Pb + PbO_2 + 2\,H_2SO_4 \rightarrow 2\,PbSO_4 + 2H_2O$$

نتیجه کلی واکنش، مصرف شدن اسیدسولفوریک و تولید آب به همان میزان است. مصرف شدن اسیدسولفوریک طی دشارژ باتریهای سرب -اسیدی، روش مناسبی را فراهم میآورد که میتوان بوسیله آن، حالت دشارژ باتری را اندازه گیری نمود.

## نصب و راه اندازی

پس از دریافت یک باتری جدید بازرسی جدار محفظه خارجی آن اهمیت فوق العاده ای دارد ، اینکار برای پی بردن به وجود لکه های نمناک در سطوح جانبی و ریز جدار صورت میگیرد. لکه های نم می تواند نشانه وجود نشت در ظروف باتری به علت شکستگی در جدار باتری بدلیل بی دقتی در جابجا کردن آن بهنگام حمل باشد و چنانچه باتری هرگونه صدمه ای دیده باشد برای دریافت خسارت فوراً اقدامات لازم بعمل آورید . در صورتیکه هر یک از ظروف باتریها آسیب دیده و الکترولیت بخارج نشت کرده باشد سریعاً به تعمیر آن اقدام کرده و ظرف باتریهای شکسته را فوراً تعویض کنید ، چنانچه تعویض فوری ظرف ها امکان پذیر نباشد ، المنت ها را از ظرف آسیب دیده بیرون کشیده (بخش تعمیرات را در زیر ملاحظه کنید) ، آنها را درون یک ظرف شیشه ای ، چینی، لاستیکی یا هر ظرف غیر فلزی دیگر که محتوی آبی مناسب استفاده در باتری باشد، قراردهید. آب درون ظرف باید بقدر کافی باشد تا صفحات و جداکننده ها را کاملاً بپوشاند. درصورتیکه به این طریق عمل نشود سلول مورد بحث آسیب دیده یا بطورکامل ویران خواهد شد.

**یادآوری:** از آب مقطر یاآب لوله کشی که تجزیه شده ومناسب بودن آن برای مصرف درباتری مورد تائید قرارگرفته است استفاده کنید.

در مورد سلولهایی که در ظرفهای جدید قرارداده میشوند لازم است توجه خاص بعمل آید. سلولها باید با

omoorepeyman.ir

الکترولیتی با همان چگالی نسبی پر شوند که بقیه سلولها بار اول با آن پر شده بودند و تا زمانیکه چگالی نسبی الکترولیت از افزایش باز ایستد با جریان شارژی که مقدار نهائی آن کم باشد ، شارژ شود.

در صورتیکه چگالی نسبی الکترولیت از چگالی نسبی یک سلول نرمال و کاملاً شارژ شده کمتر باشد باید مقدار کمی از الکترولیت را خارج کرده و آنرا با الکترولیتی با چگالی نسبی ۱/۴۰۰ جایگزین نمود . سپس باتری را باید بمدت $^{1}/_{2}$ تا ۱ ساعت تحت شارژ اضافه قرار داد تا مایع کاملاً مخلوط شود . اندازه گیری مجدد چگالی نسبی باید شارژ کامل را نشان دهد . در غیر اینصورت مرحله آخر را تکرار کنید تا چگالی نسبی نرمال بدست آید.

تمام اندازه گیریهای چگالی نسبی در دماهای مختلف باید به پایه ۲۷ درجه سلسیوس برگردانده شوند تا پایه ثابتی برای مقایسه بدست آید.

## بکار انداختن باتری

پس از دریافت باتری ، دادن یک شارژ جدید بمدت ۳ تا ۶ ساعت یا تا زمانی که چگالی نسبی افزایش بیشتری را نشان ندهد ، عملی سودمند میباشد . شارژ باید فقط بوسیله یک شارژ کننده جریان مستقیم و با سرهائی که درست وصل شده باشند صورت گیرد.

دمای پیل در طول زمان شارژ نباید از ۴۶ °C (۱۱۵ °F) تجاوز کند. تمامی نقاط اتصال میان شارژ کننده و باتری باید تمیز باشند تا از هدایت خوب به اتصالات سرباتریها اطمینان حاصل شود . چنانچه اتصالات سرباتریها مسی باشند برای جلوگیری از خوردگی یک لایه وازلین یا گریس ضد اکسید بکار برید.

در صورتیکه باتری در یک وسیله نقلیه نصب میشود آنرا بوسیله بستهای نگهدارنده روی باتری یا ظرف آن یا بوسیله بستهای وسیله نقلیه در جای خود محکم ببندید تا از میزان لرزش و ضربه خوردن آن کاسته شود. اگر باتری در یک محفظه فلزی نصب میشود پیش از نصب مطمئن شوید که محفظه کاملاً خشک و بدون رطوبت باشد. چنانچه باتری قرار است در یک لوکوموتیو نصب شود آنرا در جای خود بنحوی، با قطعات چوب محصور کنید که $^{1}/_{8}$ " بین سینی باطری و قطعات چوب فاصله بماند. باتری را در جای خود با گوه ها محکم نکنید. وقتی باتری در حال کار است باید تمام کلاهکهای منافذ آن در جای خود باشند.

تمام اتصالات میان باتری و وسیله نقلیه باید قابل انعطاف باشند. قصوردر قراردادن کلاهکها درجای خود باعث از بین رفتن الکترولیت (و بنا بر این از دست رفتن ظرفیت باتری) و ایجاد خوردگی در خارج از باتری خواهد شد.

## شارژ کردن باتری

باتریهائی که در اکثر موارد صنعتی (بجز مصارف اضطراری) بکار می روند، بگونه ای که به آن کار متناوب (CYCLIC OPERATION) گفته می شود، مورد استفاده قرار می گیرند . به این معنی که باتری یا در حال شارژ شدن و یا در حال مصرف کردن ( دشارژ شدن ) است . در اغلب چنین کاربردهائی باتریها ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ مرتبه در طول عمر خود شارژ می شوند. چند مرتبه شارژ شدن ناصحیح صدمه ای به باتری نمی رساند، اما شارژ شدن نادرست در روزهای پی در پی عمر باتری را کوتاه خواهد کرد.

شارژ صحیح بمعنی شارژ شدن باتری بمقدار کافی است بی آنکه اضافه شارژ شده و داغ شود یا بیش از حد گاز تولید کند. برای انجام اینکار ، شارژ باتریها معمولاً با آهنگ بالای آمپراژموسوم به آهنگ اولیه شروع میشود. در مرحله بعدی شارژ کردن ، آهنگ عبور جریان به مقدار نهائی کاهش داده میشود . سازندگان باتری معمولاً بطور سرانگشتی اینطور اظهار می کنند که آهنگ شارژ نهائی نباید از ۵ آمپر به ازای هر ۱۰۰ آمپر ساعت ظرفیت باتری تجاوز کند. آهنگ شارژ اولیه می تواند چهار یا چهارو نیم برابر مقدار نهائی باشد.

باتریهای سرب اسیدی باید به مدت زمان کافی و با آهنگی شارژ شوند که برابر آمپر ساعت مصرف شده در تخلیه باضافه ۵ تا ۱۵ درصد اضافه شارژ باشد .

omoorepeyman.ir

مقدار مشخص اضافه شارژ تقریباً بطور کامل بستگی به دمای شارژ شدن و عمر و سابقه باتری دارد . بطور کلی ، اضافه شارژ کردن بیش از حد یک باتری کار کرده، یا یک باتری که در دمای بالائی کار می کند نسبت به یک باتری نو یا یک باتری که در دمای اتاق یا کمتر از آن شارژ میشود آسیب رسانتر است. هر آهنگ شارژی که تولید گاز بیش از حد نکند یا دمای سلول را از ۴۶ $^{\circ}C$ (۱۱۵ $^{\circ}F$ ) بیشتر نکند ، مجاز میباشد .

در زیر ، چهار روش برای شارژ باتری مورد بحث قرار می گیرد . این چهار روش عبارتند از :

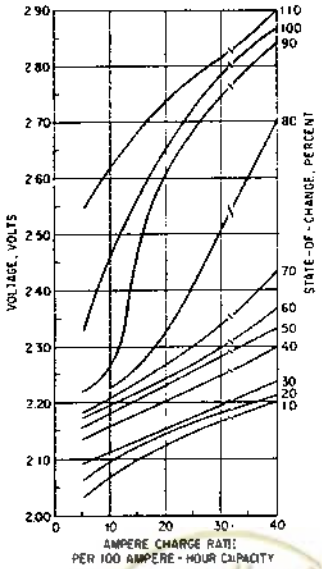
- ولتاژ ثابت اصلاح شده
- شارژ شیب دار
- آهنگ شارژ دو گانه
- جریان ثابت

انتخاب روش مناسب بستگی به ملاحظاتی خواهد داشت، مانند نوع باتری ، شرایط کار ، زمان موجود برای شارژ کردن و تعداد باتریهائی که در یک زمان باید شارژ شوند ، باید توجه کرد که در شارژ کردن باتریهای وسائل نقلیه محرک - توان، مقدار پایانی شارژ ( آهنگ نهائی ) فوق العاده مهم است و نباید از آن فراتر رفت . معمولاً باتریها را با فرض یک دشارژ عادی در کار می توان در ۸ ساعت شارژ کرد. با وجود این، در صورتیکه وقت کافی در اختیار باشد، می توان از مدت زمان طولانی تری استفاده نمود.

شکل ۱-۳ نشان میدهد که یک باتری دشارژ شده می تواند جریانهای بالائی را در ولتاژهای باتری نسبتاً کم جذب کند. مثلاً پس از شارژ کردن حدود ۲۰ درصد ظرفیت باتری (۲۰ آمپر ساعت در ۴۰ آمپر) ، ولتاژ یک باتری ۱۰۰ آمپر - ساعت به حدود ۲/۲۲ ولت سلول می رسد.

همچنین منحنی ها نشان میدهد که همچنانکه باتری با آهنگ معینی شارژ میشود ، ولتاژ افزایش می یابد به نحوی که آهنگ شارژ بیشتر ، ولتاژ بیشتری را ایجاد می کند. مثلاً در ۱۰٪ درصد شارژ (۱۰ درصد اضافه شارژ) ولتاژ در ۵ آمپر برابر با ۲/۵۵ ولت و در ۲۰ آمپر برابر با ۲/۴۷ ولت است .

برای باتریهای سرب -اسیدی آهنگ نهائی شارژ، معمولاً باآهنگ ۲۰ ساعت است.در اکثر روشهای مربوط به شارژ کردن باتریها ، آهنگ شروع شارژ در حدود آهنگ ۵ ساعت یا ۲۰ آمپر در هر۱۰۰ آمپر- ساعت ظرفیت نامی است.




**شکل ۱-۳** شارژ کردن باتری سرب - اسیدی ولتاژ هرسلول نسبت به آهنگ شارژ در حالتهای مختلف شارژ شدن

omoorepeyman.ir

## روش ولتاژ ثابت اصلاح شده

در روش ولتاژ ثابت اصلاح شده، یک مقاومت ثابت بطور سری با شارژ کننده و باتری قرار میگیرد. برای یک شارژ ۸ ساعتی از یک شینه ۲/۶۳ ولت بر سلول استفاده میشود . جدول ۱-۳ ، ارتباط میان ولت بر سلول و زمان موجود برای شارژ را نشان می دهد. برای اینکه بتوان از یک مقاومت ثابت استفاده کرده و به آهنگهای شروع و ختم مناسبی دست یافت ، ولتاژهائی که در جدول ذکر شده است لازم میباشند. برای یک شارژ ۸ ساعته شدت جریان اولیه ۲۲/۵ آمپر برای هر ۱۰۰ آمپر ساعت و برای یک شارژ ۱۶ ساعتی ، جریان اولیه ۸/۵ آمپر برای هر ۱۰۰ آمپر - ساعت است. باید توجه داشت که مقاومت شارژ کننده باید ظرفیت کافی برای عبور جریان داشته باشد. سربرداشت (NORMAL "TAP" VALUE) مقاومت که بطور عادی باید از آن استفاده شود آهنگ پایانی را تعیین میکند.

مثلاً ، برای آهنگ شارژ ۸ ساعتی ، سر برداشت مقاومت برابر ۰/۰۲۲ اهم است . این عدد بصورت زیر محاسبه میشود : ولتاژ ترمینالهای باتری $E_t$ در خاتمه شارژ با آهنگ پایانی ۵ آمپر عبارتست از ۲/۵۲ ولت (شکل ۲-۳ را ببینید) بنابراین با ولتاژ شینه برابر $E_B$ = ۲/۶۳ ولت ، سربرداشت مقاومت باید چنین باشد :

$$R = \frac{E_B - E_t}{I_f} = \frac{2.63 - 2.52}{5} = 0.022 \text{ اهم}$$

هنگام شارژ همزمان چندین باتری بکمک یک منبع ولتاژ ثابت که از یک موتور ژنراتور یا یک یکسو کننده گرفته میشود، روش ولتاژ ثابت اصلاح شده بر سایر روشها رجحان دارد زیرا جریان در طول شارژ با شیب تدریجی کاهش می یابد و امکان ایجاد جریانهای شارژ بیش از حد را تقلیل می دهد.

**جدول ۱-۳** ثابت های طراحی مربوط به روش شارژ با ولتاژ ثابت اصلاح شده +

| ساعات موجود برای شارژ | ولتاژ شینه برای هر سلول | مقدار مقاومت برای هر سلول | | آهنگ شارژ برای هر سلول ۱۰۰ آمپر - ساعتی | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | سربرداشت عادی | حداکثر لازم | آغاز به شارژ | توانائی مقاومت |
| ۷/۰ | ۲/۶۰ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۲۷ | ۲۷/۵ | ۳۲/۵ |
| ۷/۵ | ۲/۶۱ | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۲۹ | ۲۵/۵ | ۳۰/۰ |
| ۸/۰ | ۲/۶۳ | ۰/۰۲۲ | ۰/۰۳۱ | ۲۲/۵ | ۲۶/۰ |
| ۸/۵ | ۲/۶۵ | ۰/۰۲۶ | ۰/۰۳۵ | ۲۰/۰ | ۲۳/۰ |
| ۹/۰ | ۲/۶۷ | ۰/۰۳۰ | ۰/۰۳۹ | ۱۸/۵ | ۲۱/۰ |
| ۹/۵ | ۲/۶۹ | ۰/۰۳۴ | ۰/۰۴۳ | ۱۷/۰ | ۱۹/۵ |
| ۱۰/۰ | ۲/۷۲ | ۰/۰۴۰ | ۰/۰۴۹ | ۱۵/۵ | ۱۷/۵ |
| ۱۲/۰ | ۲/۸۴ | ۰/۰۶۴ | ۰/۰۷۳ | ۱۲/۰ | ۱۳/۵ |
| ۱۴/۰ | ۳/۰۰ | ۰/۰۹۶ | ۰/۱۰۵ | ۱۰/۰ | ۱۱/۰ |
| ۱۶/۰ | ۳/۲۷ | ۰/۱۵۰ | ۰/۱۶۰ | ۸/۵ | ۹/۰ |

+ ثابتهای طراحی براساس ظرفیت سلول ۱۰۰ آمپر - ساعت . برای سلولها با ظرفیت های دیگر ، مقاومت خارجی برای هر سلول بطور معکوس و مقادیر آمپر بطور مستقیم با ظرفیت متناسب است . مقادیر مقاومت برای هر سلول برای دمای الکترولیت برابر با ۲۵ درجه سلسیوس ( ۷۷ درجه فارنهایت ) است.

omoorepeyman.ir

برای بدست آوردن توان لازم بر حسب کیلووات ،هنگام استفاده موتور ژنراتور برای شارژ چندین باتری از یک ولتاژ ثابت در ۸ ساعت ، باید از رابطه زیر استفاده شود :

$$KW = \frac{\text{تعداد مدارها} \times ۰/۸ \times \text{ولت } ۲/۶۳ \times \text{تعداد سلولها} \times \text{آمپر } ۰/۲۲۵ \times \text{آمپر - ساعت}}{۱۰۰۰}$$

مثال : اگر چهار دسته ۱۸ سلولی بطور سری متصل شده که هر یک دارای ظرفیت ۵۰۰ آمپر - ساعت هستند و در ۸ ساعت شارژ شوند :

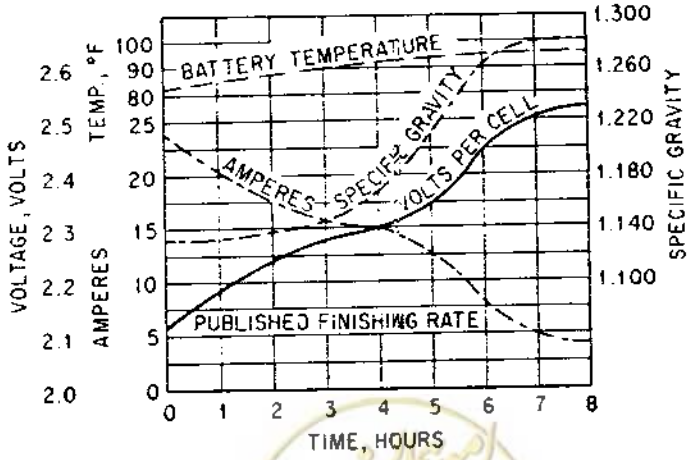
$$KW = \frac{۵۰۰ \times ۰/۲۲۵ \times ۱۸ \times ۲/۶۳ \times ۰/۸ \times ۴}{۱۰۰۰} = ۱۷ \ KW$$

ولتاژ شینه باید برابر ۴۷/۳ ولت = ۲/۶۳ × ۱۸ ولت و جریان اولیه ۱۱۲/۵ = ۵۰۰ ×۰/۲۲۵ آمپر و جریان کل اولیه گرفته شده از مولد ۴۵۰ = ۱۱۲/۵ × ۴ آمپر خواهد بود.

### روش کاهش شیب دار

این روش را می توان با یک مولد یا دستگاه یکسو کننده بکاربرد و می توان آنرا شکلی از روش شارژ با ولتاژ ثابت اصلاح شده در نظر گرفت. روش مزبور زمانی بکار میرود که تنها یک اندازه باتری برای شارژ وجود داشته باشد.

موتور ژنراتورهای با سیم پیچی شنت و شارژهای یکسو کننده ای را می توان به گونه ای طراحی کرد که مشخصه های ولتاژ به جریان آنها به مشخصه شارژ نوع ولتاژ ثابت شباهت زیادی داشته باشد. در این مورد هیچگونه مقاومت تثبیت (بالاست) لازم نخواهد بود. مداربندی شارژها بگونه ای است که آهنگ شروع و پایانی شارژ با باتری هم آهنگ میباشد. همانگونه که قبلاً ذکر شد، آهنگ نهائی شارژ معمولاً برابر با ۲۰ ساعت و آهنگ اولیه شارژ حدود ۵ ساعت است . شکل ۳-۳ نمودار نوعی ولتاژ، جریان و چگالی نسبی یک باتری را که با روش کاهش شیب دار شارژ میشود، نشان میدهد. مشخصه های شارژ تقریباً مشابه مشخصه های نشانداده شده در شکل ۲-۳ برای روش اصلاح شده ولتاژ ثابت می باشند.

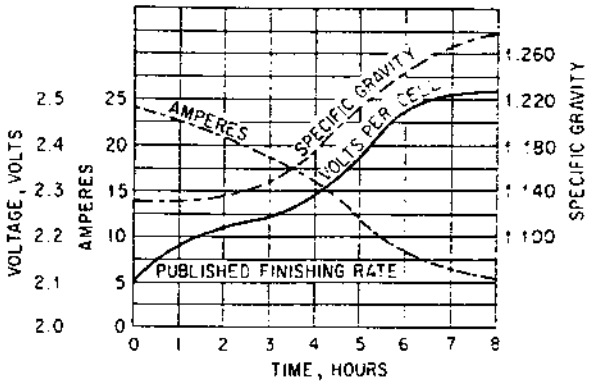



**شکل ۲-۳** شارژ باتری سرب - اسیدی . نمودار نوعی شارژ با پتانسیل اصلاح شده، ولتاژ شینه ۲/۶۳ ولت بر سلول با سلول ۱۰۰ آمپر - ساعت

omoorepeyman.ir

بمنظور برآوردن نیازمندیهای مربوط به شارژ یک باتری تنها بکمک یک موتورژنراتور، لازم است پارامترهای طراحی زیر تامین شود :

- ولتاژ اسمی مولد باید ۲/۲۵ ولت برای هر سلول باشد.
- ولتاژ بار اولیه مولد باید حدود ۲/۱۳۵ ولت بر سلول باشد.
- در خاتمه شارژ ، جریان شارژ باید کمتر از ۵ آمپر بر هر ۱۰۰ آمپر - ساعت از ظرفیت باتری بوده و ولتاژ مربوط برای هر سلول برابر ۲/۵۲ ولت باشد .




**شکل ۳-۳** شارژ باتری سرب - اسیدی نمودار نوعی شارژ با کاهش شیبدار سلول ۱۰۰ آمپر - ساعت

برای محاسبه میزان کیلو وات لازم برای یک دستگاه موتورژنراتور باید از رابطه زیر استفاده شود.

$$KW = \frac{\text{۰/۸} \times \text{ولت ۲/۲۵} \times \text{تعداد سلولها} \times \text{۰/۲۲۵} \times \text{آمپر - ساعت}}{۱۰۰۰}$$

مثال : اگر باتری دارای ۱۲ سلول که بطور سری متصل شده اند، و ظرفیت هر سلول ۲۵۰ آمپر - ساعت باشد در اینصورت :

$$KW = \frac{۲۵۰ \times ۰/۲۲۵ \times ۱۲ \times ۲/۲۵ \times ۰/۸}{۱۰۰۰} = ۱/۲۲ \ KW$$

***آهنگ شارژ دو گانه*** - اصول این روش عبارت است از شروع شارژ با آهنگ آغازین توصیه شده و سپس تغییر آن به یک آهنگ شارژ کمتر بهنگام زیاد شدن بیش از حد گاز ( در حدود ۲/۳۷ ولت بر سلول ). آهنگ شارژ نهائی مناسب در انتهای یک مدت شارژ ۸ ساعتی ایجاد میشود . شکل ۳-۴ منحنی شارژ را برای روش آهنگ شارژ دو گانه نشان میدهد. وقتی که مقاومت دوم وارد مدار شود افت ناگهانی در جریان رخ می دهد.

***روش جریان ثابت*** - شارژ با جریان ثابت بندرت برای شارژ ۸ ساعتی یا شیفتی باتریهای وسایل نقلیه بکار می رود زیرا اینکار مستلزم کنترل دستی جریان در طول شارژ در پایان آن است . لیکن ، چنانچه زمان موجود برای شارژ حدود ۱۲ تا ۱۶ ساعت باشد ، می توان از شارژ با جریان ثابت استفاده نمود . به بیان دقیق تر ، مدت شارژ طولانی تر ، جریان اولیه کمتر از آهنگ شارژ ۸ ساعتی بوده و شیب کاهش خیلی کمتر است. همانطورکه در شکل ۳-۵ نشان داده شده است مقدار اولیه برای شارژ ۱۶ ساعتی حدود ۸/۵ آمپر و مقدار نهائی ۱۵ آمپر است که نسبت شیب (نسبت جریان

omoorepeyman.ir

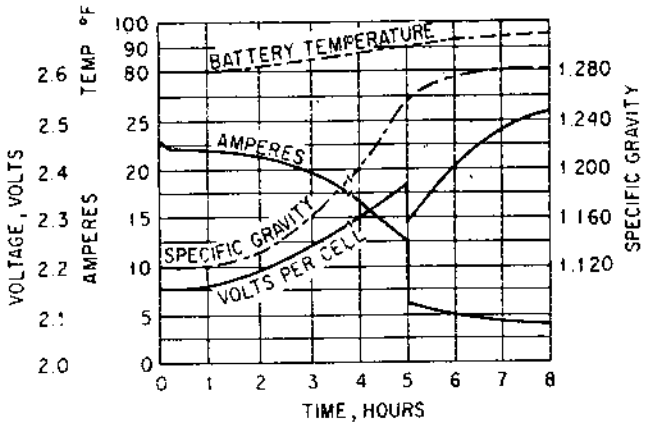
اولیه به جریان نهائی ) ۱/۷ تا ۱ را بوجود می آورد. برای شارژ ۸ ساعتی نسبت شیب تقریباً ۴/۰ به ۱ است.

## نگهداری

برای اطمینان از محکم بودن اتصالات ، هر هفته یکبار از باتری بازرسی بعمل آورید . انباشتگی های گرد و غبار یا کثافات را از بالای باتری پاک کرده و سپس باتری را با آب شسته و با هوای فشرده خشک نمائید. دست کم یکبار در ماه ، اسید روی پوسته و ترمینالهای آنرا پیش از آب کشیدن با محلول ۱ کیلو گرم آمونیاک یا بی کربنات سدیم در ۸ لیتر آب ، خنثی کنید. ترمینالها و قسمت های فلزی را از خوردگی و زنگ زدگی پاک کنید .

سطح الکترولیت را روزانه چک کرده و آب از دست رفته در اثر تبخیر را جایگزین کنید . هرگز نگذارید که سطح الکترولیت به کمتر از زیر صفحات باتری افت کند . هشدار : هرگز سلولها را زیاده از حد پر نکنید. هنگام جایگزین کردن آب تبخیر شده ، سلولها را تنها تا لبه زیرین دیوار منفذ پرکنید . اضافه پر کردن باعث از دست رفتن اسید شده و ظرفیت باتری را کاهش می دهد .

برای اطمینان از مخلوط شدن کامل آب با الکترولیت و جلوگیری از اضافه پر شدن ، افزودن آب صرفاً باید زمانی انجام شود که باتری در حال شارژ و تولید گاز به مقدار نهائی آن رسیده باشد . تنها استثناء برای این مطلب زمانی است که سطح الکترولیت زیر حفاظ جداکننده بوده و قابل تشخیص نباشد . در این موارد فقط بقدری آب اضافه کنید تا قبل از شارژ ، سطح الکترولیت تا حافظ جداکننده بالا بیاید . سپس تنظیمات نهائی را در انتهای دوره شارژ انجام دهید. توصیه میشود که یادداشت های دقیقی برای مقدار آب مصرفی و تاریخ هر بار پر کردن آن تهیه کنید. زیرا نیاز به آب نشان دهنده اضافه شارژ باتری است. آب باتری باید در یک ظرف شیشه ای ، پلاستیکی ، سرامیک یا هر ظرف غیر فلزی در بسته نگهداری شود. تنها باید از آب مناسب برای باتری استفاده کرد. زیرا برخی ناخالصی های آب مضر




**شکل ۴-۳** شارژ باتری سرب - اسیدی منحنی های شارژ
مربوط به روش آهنگ شارژ دو گانه، برای سلول ۱۰۰ آمپر - ساعت

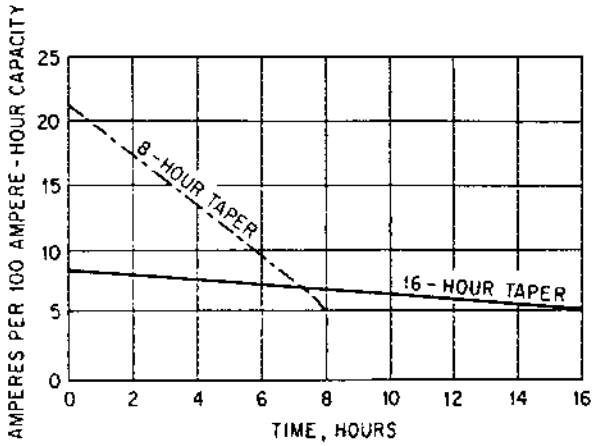
بوده و عمر باتری را کوتاه می کند. منابع آب در بعضی مناطق جغرافیائی در تمام طول سال مناسب نیستند و در مناطق دیگری هم تنها در فصول معینی رضایت بخش میباشند ، اگر کیفیت آب محلی نامعلوم باشد می توان با سازنده قرار گذاشت تا باپرداخت هزینه ای معمولی، نمونه ای از آب مورد تجزیه قرار گیرد.

مطمئن شوید که درپوش منافذ همواره بخوبی بسته باشد و دقت کنید که حفره های کوچک فرارگاز مسدود نشده باشد. اگر در پوشها نیاز به پاکسازی دارند ، آنها را بمدت ۳۰ دقیقه یا بیشتر درون آب قرار دهید .

omoorepeyman.ir

## چگونه باید از دشارژ بیش از حد جلوگیری کرد

این مسئله یکی از متداولترین مشکلات باتریهاست.




**شکل ۵-۳** شارژ باتری سرب - اسید - برای دو آهنگ جریان ثابت

**تجربیات گذشته:** این یک روش واضح اما متداول است . باتریها باید متناسب با کاری باشند که برای آن مورد استفاده قرار میگیرند. باتری خوب و متناسب ، باتری ای است که کاملاً شارژ شده و قادر به انجام مقدار کار مطلوب یا انجام کار بمدت زمان مطلوب در یک سرویس مشخص باشد. تا جائیکه کار مورد نظر بگونه ای قابل قبول استاندارد شده باشد ( یعنی ، از تجهیزاتی که توسط باتری تغذیه می شود انتظار کار اضافی در طول دوره نرود)، می توان برای شارژ باتری برنامه ای تهیه نمود تا بروز اشکال در تولید بسیار اندک باشد .

***تجربیات اپراتور:*** یک اپراتور با تجربه می تواند از طرز رفتارتجهیزات تشخیص دهد که چه وقت باتری به نقطه ای می رسد که باید شارژ شود .

***اندیکاتور:*** دستگاههای اندازه گیری وضعیت شارژ که دائماً بر روی وسیله جابجائی مواد نصب میشوند در بازار موجود می باشند. این دستگاهها، ولتاژ و آهنگ دشارژ را زیر نظر دارند و چنانچه بنحوی درست کالیبره و تنظیم شده باشند، بلافاصله پیش از دشارژ شدن باتری تا ۸۰ درصد ظرفیت آن ، یک لامپ اخطار را بر روی نشانگر سوخت در روی پانل وسیله روشن می کنند . در ۸۰ درصد ، رله هایی فعال شده و برق دستگاه های بالا بر را قطع می کنند اما برق موتور جابجائی را بر قرار نگه می دارند.

***کنتر آمپر- ساعت:*** با این نوع کنتر ، تعداد آمپر - ساعتهای گرفته شده از باتری ثبت میگردد. ( برخی اندازه گیرها نسبت به آمپر - ساعت باقیمانده کالیبره می شوند). بدین ترتیب اپراتور نسبت به توان باقیمانده در باتری آگاه می شود.

## چگونگی تعیین وضعیت باتری

***ثبت سوابق*** - هدف از ثبت سوابق فراهم آوردن شرح حال روزانه است به قسمی که هر گونه انحراف از حالت عادی را بتوان بسرعت شناسائی کرده و نسبت به رفع آن عمل کرد . یادداشتهای روزانه باید شماره باتری ، مشخصات خودروئی که باتری از آن برداشته شده ، چگالی نسبی باتری بهنگام شروع شارژ آن ( قرائت سلول راهنما ) ، دمای سلول راهنما، زمان شروع شارژ، زمان پایان شارژ و چگالی نسبی در زمان خروج از شارژ را نشان دهند .

این اطلاعات برای تهیه تاریخچه ای خوب از باتری کافی میباشند.

چنانچه اطلاعات مربوط به چگالی نسبی ( تصحیح شده بر اساس دما ) و زمان شارژ شدن با اطلاعات حاصل از قرائت روز قبل مقایسه شوند هر گونه استفاده غیر عادی از باتری یا سوء استفاده از آن نشان داده خواهد شد و میتوان جهت رفع آن اقدام کرد . بعنوان یک کنترل دراز مدت ، بسیاری از سازندگان باتری توصیه می کنند که هر شش ماه

omoorepeyman.ir

یکبار، پس از اعمال یک شارژ تعدیل کننده ، قرائت های خاص چگالی نسبی و ولتاژ برای هر سلول بعمل آید . مقایسه این قرائت با قرائت مشابه پیشین هر گونه تغییرات دراز مدت در وضعیت باتری و نیز تفاوتهای مابین سلولها را نشان خواهد داد .

***دشارژ آزمایشی*** - هر گاه این سوال مطرح باشد که آیا باتری ظرفیت نامی خود را تحویل می دهد یا خیر این آزمون باید انجام شود . روش کار بترتیب زیر است :

یک شارژ تعدیل کننده به باتری داده می شود و چگالی نسبی حالت کاملاً شارژ شده هر سلول به مقدار نرمال تعدیل می شود.

زمان شروع یادداشت شده و باتری با مقدار استاندارد ۶ ساعتی که در اطلاعات مربوط به باتری از طرف سازنده ارائه میگردد ، دشارژ می شود . ولتاژ هریک از سلولها و ولتاژ کل باتری ۱۵ دقیقه پس از شروع آزمون و سپس هر ساعت یکبار، تا زمانیکه ولتاژ یکی از سلولها به ۱/۸ ولت برسد ثبت می شود. از آن پس اندازه گیری ولتاژ باید با فواصل ۱۵ دقیقه انجام شود . زمانی را که ولتاژ هر یک از سلولها به ۱/۷۵ ولت میرسد ثبت کنید . سپس وقتی ولتاژ اکثر سلولها به ۱/۷۵ ولت رسید زمان را ثبت نموده و به آزمایش خاتمه دهید . چگالی نسبی هر یک از سلولها را بلافاصله اندازه گیری کنید.

ولتاژ تمام سلولها را ثبت کنید و وقتی ولتاژ باتری به ولتاژ نهائی ۱/۷۰ برابر تعداد سلولها در باتری رسید دشارژ آزمایش را متوقف کنید . چگالی نسبی هر یک از پیلها را بلافاصله پس از خاتمه آزمون دشارژ ثبت کنید . مقادیر اندازه گیری شده کمک خواهند کرد تعیین شود باتری یک دست مانده یا ظرفیت یک یا چند سلول آن کم شده است، چنانچه باتری یکدست بوده و ۸۰ درصد ظرفیت نامی خود را تحویل دهد ، می توان آنرا بکار برگرداند .

***بازرسی داخلی*** - اگر دشارژ آزمایش نشان دهد که باتری قادر به تحویل حداقل ۸۰ درصد ظرفیت نامی خود نیست و سلولها نیز یکدست باشند ، بازرسی داخلی یکی از سلولها توصیه میشود. علت ناتوانی در تولید ظرفیت نامی ممکن است وجود یک اتصالی (شنت) داخلی که قابل تعمیر است ، باشد. صفحات مثبت را که زودتر فرسوده می شوند باید بازرسی نمود. چنانچه صفحات در حال از هم پاشیدگی بوده یا در قاب شبکه ها شکستگی های زیاد وجود داشته باشد، باتری جدیدی لازم خواهد بود. در صورتیکه صفحات مثبت در شرایط خوبی بوده و سلولها ته نشست کمی داشته باشند، باتری ممکن است سولفاته شده باشد. صفحات منفی یک باتری سولفاته شده در تماس مانند سنگ لوح سخت و پر از خلل و خرج می باشند و وقتی بین انگشتان مالیده شوند حالت ماسه ای دارند (اگر یک صفحه منفی خوب ، که کاملاً شارژ شده لمس شود، اسفنجی است، وقتی با ناخن روی آن کشیده شود مانند یک فلز براق است) سولفاته شدن به قدری همه گیر و متداول است که در زیر بحثی اختصاصی، در مورد علل و نحوه رفع آن، ارائه میگردد.

باتری سولفاته شده، باتری ای است که در صفحات آن سولفات سرب به صورت غیر عادی تشکیل شده باشد. این موضوع بر واکنشهای عادی باتری تاثیر گذاشته و باعث افت ظرفیت آن میشود ، متداولترین علل سولفاته شدن عبارتند از : شارژ ناقص، شارژ کردنهای نیمه کاره مکرر، غفلت از شارژ تعدیل کننده، ماندن در حالت دشارژ کامل یا ناقص، تراز الکترولیت در سطح پائین ، چگالی ویژه بیش از ۱۵٪ بالاتر از مقدار عادی و دمای بالا. انجام مراحل زیر باتری سولفاته شده را بحال اولیه باز می گرداند.

۱- باتری را تمیز کنید.

۲- اگر الکترولیت قابل رویت نباشد ، سطح الکترولیت را با اضافه کردن آب تاسطح دیواره جداکننده حفاظ بالا آورید.

۳- باتری را با مقدار نهائی توصیه شده زیر شارژ قرار دهید تا زمانیکه ظرفیت آمپر - ساعت کامل به باتری داده شود.

چنانچه در طول دشارژ ، دمای باتری از ۴۶ °c (۱۱۵ °F) تجاوز کرد، آهنگ شارژ را کاهش دهید. اگر قرائت ولتاژ آزمون مربوط به هر سلول بمقدار ۰/۲۰ ولت از ولتاژ متوسط سلول ها کمتر بود ، قبل از ادامه شارژ سلول را از جای خود در آورده و تعمیر کنید.

omoorepeyman.ir

۴- شارژ را با آهنگ نهائی تا زمانیکه چگالی ویژه برای مدت ۴ ساعت تغییر نکند ، ادامه دهید .
۵- باتری را دشارژ آزمایش کنید.
۶- (الف) اگر باتری ظرفیت نامی را تحویل دهد، کار خاص دیگری مورد نیاز نیست، مگرآنکه باتری بلافاصله و قبل از باز گرداندن آن به سرویس دوباره شارژ شود ( ب ) در صورتیکه باتری حداقل ۸۰ درصد ظرفیت نامی خود را تحویل نداد ، شارژ را تا رسیدن ولتاژ یک یا چند سلول به ۱/۰ ولت ادامه دهید، سپس مراحل ۳ ، ۴ ، ۵ و ۶ ( الف ) را تکرار کنید و چنانچه مرحله ۶ ( الف ) تامین نشد مرحله ۷ را انجام دهید.
۷- اگر باتری حداقل ۸۰ درصد ظرفیت نامی خود را تحویل نداد ، مراحل ۲، ۳ ، ۴ و ۵ را دوباره تکرار کنید چنانچه باتری باز هم ۸۰ درصد ظرفیت خود را تحویل نداد ، لازم است آنرا تعویض کنید .

## علل متداول بروز اشکال در باتری و راههای ترمیم آنها

بر شمردن تمامی عوامل بروز خرابی در باتریها در فهرست زیر ممکن نیست. عواملی که در زیر فهرست شده اند اشکالات متداول بوده و از آنها باید بعنوان نقطه شروع برای تحقیق علت عملکرد نامطلوب باتریها استفاده شود.

هشت نشانه اشکال فهرست شده است و پس از هر یک، علل ممکن ذکر شده است. در مواردی که راه چاره برای عامل خرابی کاملاً واضح است ، توضیحات حذف شده است . لیکن در جائیکه در مورد چاره جوئی صحیح تردیدهائی وجود دارد ، چاره جوئی صحیح همراه با علت خرابی ارائه گردیده و با علامت R علامتگذاری شده و درون پرانتز قرار داده شده است.

***نشانه اشکال - باتری شارژ نمی شود.*** علل ممکن : (۱) فیوز جریان مستقیم مدار مربوط به شارژ سوخته است یا در جای خود نیست . (۲) مدار پریز یا دو شاخه در شارژ کننده قطع است یا اتصال کابل به دو شاخه شل شده است. (۳) فیوز خط جریان متناوب سوخته است یا در جای خود نیست . (۴) کلید خط جریان متناوب باز است . (۵) مدار در هادی کنترل یا مدار کنترل باز است و مانع وصل کنتاکتور می شود. (۶) دو شاخه شارژ کننده بطور کامل بداخل پریز فرو نرفته است. (۷) آهنگ شارژ بسیار کم است . ( R : آمپرمتر را از نظر دقت آن کنترل کنید . اشکال زیر تحت عنوان « شارژ باتری به زمانی بیش از اندازه نیاز دارد) را ببینید. (۸) ژنراتور خروجی ولتاژ ندارد ( R : مدار میدان را چک کنید : اگر باز است ؛ تصحیح کنید . تماس جاروبک به آرمیچر را چک کنید. با تعویض جارو بکها یا تنظیم آنها بگونه ای که نچسبند، عیب را اصلاح کنید). (۹) ولتاژ شینه بسیار کم است که ناشی از انتخاب سر سیم پیچی نادرست در یکسو کننده یا ولتاژ بسیار کم ژنراتور است. (۱۰) با توجه به لوازم و تجهیزات اولیه ، اتصالات به پریز شارژ کننده جابجا شده اند.

***نشانه اشکال - شارژ باتری به زمانی بیش ازاندازه نیاز دارد.*** علل ممکن : (۱) اتصالات در مدار شارژ خوب نیست (R کابلشوها. اتصالات پیچی و سیمهای شارژ ، دو شاخه ها و پریزها را از نظر اتصال دارای مقاومت بالا کنترل کرده و اصلاح کنید). (۲) باتری اضافه شارژ شده است . (۳) با آهنگ شارژ دو گانه ، دستگاه شارژ کننده آهنگ شارژ اولیه بالائی را ایجاد نمی کند (R : مدار کنترل را که باید آهنگ بالائی را ایجاد کند از نظر باز بودن (قطع) بازدید کنید. علت را معین کرده و اصلاح کنید ). (۴) در مورد دستگاه شارژ کننده با آهنگ دو گانه : (الف) رله ولتاژ نسبت به باتری برای تعداد سلولهای کمتری متصل شده است . (ب) ولتاژ جریان متناوب اعمال شده در شرایط بار بسیار کم است. (R: ظرفیت مدار ارتباطی به یکسو کننده را بیشتر کنید تا افت ولتاژ کمتر شود یا اینکه یکسو کننده را در محلی نزدیکتر به منبع جریان متناوب قرار دهید)؛ (ج) سرهای ترانسفورماتور اصلی با ولتاژ اعمال شده متناسب نیستند. (د) رله ولتاژ در ولتاژی کمتر از ولتاژ استاندارد ( یعنی ۲/۳۷ ولت بر سلول) عمل می کند؛ (هـ) آهنگ شروع شارژ بسیار کم است؛ (و) آهنگ پایانی شارژ بسیار کم است. (ز) آهنگ اولیه شارژ بسیار بالا است. (۵) در مواردی که در مدار کنترل شارژ دو گانه از رله ولتاژ استفاده شود ، دمای دستگاه کنترل شارژ می تواند بطور قابل ملاحظه ای نسبت به دمای کار باتری بالاتر باشد ( R: تهویه بهتری برای دستگاه شارژ ایجاد کنید یا آنرا به محلی تغییر مکان دهید که دمای هوا با دمائی که باتری در آن کار می کند یکسان باشد) (۶) با روش شارژ با ولتاژ ثابت اصلاح شده (الف) ولتاژ شینه بسیار

omoorepeyman.ir

کم است؛ (ب) ولتاژ شینه با کاهش بار کاهش می یابد (E : ژنراتور را برای مشخصه افقی تنظیم کنید)؛ (پ) مقاومت تثبیت کننده (بالاست) بسیار زیاد است .(۷) هادیهای شارژ معکوس بسته شده اند یا قطبهای دستگاه شارژ کننده معکوس شده است .(۸) در مواردی که باتریهائی بااندازه های مختلف وجود دارند باتری در مدار شارژ مناسبی قرار نگرفته است (۹) پس از شارژ کامل باتری دستگاه شارژ کننده متوقف نمی شود.

***نشانه اشکال - باتری یک شیفت کامل کار نمی کند.*** علل ممکن :(۱) ولتاژ سلولها وچگالی نسبی برابر نیستند (R: یک شارژ تعدیل کننده به باتری بدهید ).(۲) سطح الکترولیت پائین است (۳) باتری قبل از شروع بکار شارژ نشده است. (۴) دو یا سه سلول در سینی فولادی نشت می کند ؛ (R: ظرفهای شکسته را تعویض کنید )(۵) یک یا چند سلول از باتری حذف شده اند (۶) باتری با تعداد سلولهای نادرست به تجهیزات وصل شده است (۷) چگالی نسبی از مقدار عادی کمتر است (۸) در الکترولیت ناخالصی هایی وجود دارد (۹) اپراتور در حالت کار موتور از ترمز استفاده می کند (۱۰) اپراتور بجای استفاده از ترمز از کلید کنترل عکس (عقب) استفاده میکند. (۱۱) باربسیار بزرگ است. (۱۲) چرخها، محورها و یاتاقانها نیاز به گریسکاری دارند. (۱۳) تایرها کم باد هستند (۱۴) ترمزها کش می آیند (بموقع آزاد نمی کنند). (۱۵) تایرها دارای شیارهای عمیق می باشند. (۱۶) شیارها و دست اندازهای جاده عمیق میباشند. (۱۷) میدان سری در موتور اتصال کوتاه یا زمین شده است (R : اتصالات به زمین را رفع کنید و سیم پیچی را عایق نمایند ) (۱۸) آرمیچر ( روتور ) نیاز به تعمیر دارد . (۱۹) تجهیزات دارای اتصالات به زمین میباشند (۲۰) در مسیر حرکت شیبهای بیش از معمول وجود دارند (۲۱) سرویس مورد نیاز از عهده ظرفیت تجهیزات خارج است (۲۲) در مواردی که باتریها از دو نیمه تشکیل می شوند یک نیمه دشارژ شده به نیمه دیگر که شارژ شد متصل شده است (۲۳) در مواردی که در باتریهای دو نیم شده در شروع بکار بصورت موازی و در هنگام کار بصورت سری وصل می شوند ، تعداد سلولها نابرابر باشد.

***نشانه اشکال : باتری هنگام شارژ داغ می کند.*** علل ممکن :(۱) آهنگ شارژ نهائی بسیار بالا است (۲) آهنگ شارژ بالا به مدتی طولانی وصل است ( R: نقطه کار ولتاژ رله ولتاژ را کاهش دهید ) . (۳) تایمر درست تنظیم نشده است. (۴) کنتر آمپر - ساعت درست تنظیم نشده است .)۵) تنظیم درصد اضافه شارژ کنترآمپر- ساعت روی مقداری بالاتر از سطح صحیح ۱۲ درصد تنظیم شده است . (۶) تایمر روی ساعات زیاد تنظیم شده است. (۷) در شارژ دوگانه، دستگاه تغییر به مقدار کم را انجام نداده است . ( R : عملکرد رله ولتاژ را کنترل کنید . باز بودن مدار رله ولتاژ را کنترل کنید. بادزن هادی کنترل آهنگ شارژ را کنترل کنید . دقت کنید که رله ولتاژ بهمان تعداد سلول که در باتری موجود است متصل شده باشد ).(۸) ولتاژ شینه بسیار زیاد است .(۹) آهنگ شارژ بسیار زیاد است .(۱۰) شارژ متوقف نشده است ، مکانیزم خودکار شارژ را خاتمه نداده است. (R: دقت کنید که رله ولتاژ بهمان تعداد سلول که در باتری موجود است متصل شده باشد . مکانیزم تایمر را کنترل کنید. باز بودن سیمها را کنترل کنید. عملکرد رله ولتاژ را کنترل کنید. دقت اندازه گیر آمپر- ساعت و عملکرد آن در مقادیر کم را کنترل کنید و آنرا تمیز و کالیبره کنید). (۱۱) تهویه بد است . (۱۲) جداکننده ها از بین رفته اند .(۱۳) فضای پیش بینی شده برای جمع شدن رسوب پر شده است. (۱۴) اتصالی (شنت) داخلی وجود دارد .(۱۵) چگالی نسبی در شارژ کامل کمتر از مقدار عادی است و مامور شارژ، برای افزایش چگالی ویژه به شارژ ادامه می دهد. (R: چگالی ویژه را با اضافه کردن اسید تنظیم کنید).

***نشانه اشکال : باتری هنگام دشارژ داغ میکند.*** علل ممکن :(۱) وجود اضافه شارژ (فراتر از حد مجاز ۱/۱۳۰) (۲) باتری بسیار کوچک است . (۳) تهویه بداست (۴) اتصالات به ترمینالهای سلولها بد است. (۵) بار بیش از حد است. (۶) باتری فرسوده است . (۷) جداکننده ها از بین رفته اند . (۸) اتصال کوتاه (شنت) داخلی وجود دارد. (۹) ظرفیت باتری بدلیل چگالی نسبی کم در حالت شارژ کامل بطور موقتی کاهش یافته است (۱۰) باتری قبل از بکار گرفتن بطور کامل شارژ نشده است که منجر به اضافه دشارژ می شود. (۱۱) سطح الکترولیت پائین است . (۱۲) باتری نسبت به مقاومت موجود در مدار شارژ عایق بندی حرارتی نشده است . (۱۳ ) دمای محیط بسیار زیاد است.

***نشانه اشکال : سطح الکترولیت پائین است.*** علل ممکن : (۱) ظرف باتری شکسته یا ترک برداشته است . (۲) از افزودن آب غفلت شده است. (۳) یک یا چند سلول هنگام افزودن آب فراموش شده است (۴) اضافه شارژ بیش

omoorepeyman.ir

از حد بوده است. (R: اگر باتری بطور خودکار کنترل میشود ، رله ولتاژ، تایمر، رله و آهنگ شارژ را کنترل کنید. اگر اینکار بطور دستی صورت می گیرد وقتی چگالی ویژه ۱۰ درصد کمتر از آخرین مقدار شارژ تعدیل کننده است شارژ را قطع کنید. وقتی چگالی ویژه به ۱/۲۰۰ رسید شارژ را از مقدار زیاد به مقدار کم تغییر دهید).

***نشانه اشکال : ولتاژ سلولها نابرابر است.*** علل ممکن : (۱) دشارژ بیش از اندازه ( R: یک شارژ تعدیل کننده به باتری بدهید). (۲) فقدان شارژ های تعدیل کننده. (۳) اتصال کوتاه (شنت) داخلی . (۴) سطح بالای باتری خیلی کثیف است. (۵) سلولهای با سطح الکترولیت پائین کار کرده اند. (۶) چگالی نسبی سلول شارژ شده بطور کامل، کم است. (۷) فضای پیش بینی شده برای جمع شدن رسوب پر شده است . (R: باتری را تعویض کنید). (۸) صفحات مثبت فرسوده شده اند. (R: باتری را تعویض کنید). (۹) ولتاژ باتری توسط قرار دادن سرباتری مربوط به نصف ولتاژ روی سلولها کم شده است. (R: سر نصف ولتاژ را بر دارید و بار را توسط یک مقاومت به باتری متصل کنید). (۱۰) منبع خارجی ( مانند مقاومت شارژ کننده روی لوکوموتیو ) برخی سلولها را گرم می کند. (۱۱) اتصالات در کنترل کننده باتریهای دو نیم شده خوب نیست (موازی و سری در هنگام دشارژ و تماماً سری درهنگام شارژ). (۱۲) در داخل سلول ناخالصی وجود دارد. (۱۳) آهنگ شارژ متغییر است . (۱۴) نشانه اشکال زیر را هم ببیند.

***نشانه اشکال : چگالی نسبی نابرابر در سلولها.*** علل ممکن : (۱) تمام موارد ذکر شده در اشکال بالا (ولتاژ سلولها نابرابر است). (۲) اضافه کردن آب بیش از اندازه. (۳) سلول با ظرف ترک خورده کار می کند. (۴) هنگام تعویض ظرف ، اسید بنحوی مطلوب تنظیم نشده است .(۵) باتری با درپوش های باز منافذ کار می کند. (۶) ماده درزگیر نشت می کند. (۷) باتری با محفظه یا سرپوش شکسته کار می کند. (۸) در سلول ماده ای خنثی کننده وجود دارد.

## تعمیرات

بیشتر تعمیرات باتریهای انباره ای از خارج کردن قسمتی از باتری و جایگزین کردن آن تشکیل می شود. بنابراین در این بخش ، طریقه پیاده کردن و سوار کردن مجدد یک باتری نوعی را مطرح می کنیم . دستورالعملهای سازنده که همراه باتری دریافت شده است معمولاً اطلاعات مربوط به روشهای خاص باتری های ساخت آنها را ارائه میدهد.

***سوراخ کاری رابط های ( CONNECTORS ) بین سلولی :*** در بیشتر باتریها، قطعه سرب عبوری از پوشش باتری، ستون سلول و رابط های بین سلولی همگی به یکدیگر جوش شده اند . به این علت برای خارج کردن یک سلول از مدار یا یکی از اجزای داخلی از ظرف خود ، لازم است رابط ها را پیاده نمود یا آنها را به دو نیم کرد.

دو روش برای خارج کردن یک رابط وجود دارد . یکی استفاده از یک مته مخصوص است که اجازه می دهد ستون سلول در جای خود باقی بماند ولی اتصال به قطعه سربی عبوری از محفظه را قطع می کند. روش دوم سوراخ کردن همه ستونها از وسط با مته ای به قطر ۲۳/۸ میلیمتر ( $^{15}/_{16}$ اینچ ) و به عمق ۹/۵ میلیمتر ($^{3}/_{8}$ اینچ ) است. پس از آنکه رابطه های بین سلولها سوراخ کاری شدند ، می توان آنها را بلند کرد و خارج نمود . در برخی از باتریها امکان اره کردن رابط ها وجود دارد. اره کردن باید در سطحی بالاتر از محلی که دو ظرف به هم می چسبند انجام شود. پس از انجام این کار می توان سلول را به خارج از سینی کشید.

***خارج کردن سلول از سینی :*** پس از خارج کردن رابط ، با استفاده از یک کارد گرم که مخصوص بریدن ماده قیری شکل ظرف سلول است ، ماده را بین ظرف سلول مورد عمل و سلول چسبیده به آن یا بین سلول و سینی باتری ، قطع کنید. روغن مخصوص نفوذی یا مخلوطی از روغن معمولی و نفت را برای روغنکاری به فضای بین سلولها بریزید . سلول را به آرامی در جای خود جلو عقب کنید تا معلوم شود که شل شده است و پس از آن سلول را مستقیم به سمت بالا بلند کنید . سلولهای کوچک را می توان با دست بلند کرد ولی برای بلند کردن سلولهای سنگین از سلول کش استفاده کنید که عبارت است از مهره ای با دنده مخروطی که خود توانائی بریدن دنده را دارا میباشد و بالای آن مجهز به یک حلقه است . همیشه سلول کش را روی ستون منفی نصب کنید . اگر سلول دارای دو ستون منفی باشد از دو

omoorepeyman.ir

سلول کش که قطعه ای چوب بین حلقه های آن عبور داده اید استفاده کنید . عمل بلند کردن را با دقت و آهستگی انجام دهید و برای شل کردن سلول ، پس از آنکه نیروی کافی بر طناب وارد آمد ، آنرا بلرزانید .

***تعویض ظرف یک سلول :*** طرف نو را آماده کنید . ظرفی را که باید عوض شود به نحوی که در بالا گفته شد از سینی خارج کنید . اگر قرار است سلول به مدت یکی دو روز خارج از باتری باقی بماند ،فضای داخل سینی باید پر شود تا مانع از کج شدن و خزیدن ظرفهای باقیمانده به فضای خالی شود.

با استفاده از کارد مخصوص ماده بری ، ماده دور تا دور بالای ظرف را ببرید . کارد را خیلی نزدیک به داخل ظرف سلول قرار دهید. چهار طرف بیرون ظرف را با استفاده از شعله پاش گرم کنید . بستها و زنجیرهائی برای نگهداری ظرف در جای خود قرار دهید و با استفاده از سلول کش ، اجزای داخل سلول را تا نیمه از ظرف بیرون بکشید و چند دقیقه در همین حالت نگهدارید تا اسید اطراف آن به داخل ظرف ریخته شود . آنگاه اجزای داخل سلول را تماماً بیرون کشیده و روی یک سطح چوبی قرار دهید، به نحوی که طرف مسطح صفحه یا شمش منفی به طرف پائین باشد. اجزای داخلی را نباید به مدتی بیش از آنچه لازم است ، در معرض هوا باقی گذاشت ( اگر اجزا شروع به داغ شدن کردند ، روی آن آب بپاشید و در داخل ظرفی قرار دهید ). پس از گرم کردن ظرف جدید تا حدی که نرم شود آنرا با دقت و با استفاده از کاردبرش ماده به عنوان راهنما، روی قسمت پائینی اجزای داخلی سلول بلغزانید . سپس ظرف را بلند کرده و اجزای داخلی را با دقت و آهستگی به داخل ظرف پائین آورید به نحوی که جداکننده ها شکسته نشود و آسیب نبیند. (اگر ظرف دارای مقطعی مربع شکل است مطمئن شوید که اجزای داخلی ، در جهتی صحیح در داخل ظرف وارد شوند. یعنی دنده های ظرف در جهت درست آن که عمود بر صفحات باتری است قرار گیرند ). سطوح جانبی ظرف را تمیز ، خنثی و خشک کنید و بعد از آن سرپوش را در جای خود قرار دهید . بین سلول تعمیر شده و سلولهای مجاور آن را با ماده مخصوص ، درزبندی کنید . ( هنگام ریختن ماده درزبندی ، کارد مخصوص را در یک دست و تابه حاوی ماده را در دست دیگر نگهدارید. از کارد برای متوقف کردن ریزش ماده و گرفتن ماده اضافی استفاده کنید). ماده درزبندی اضافی را که ممکن است به بیرون از ظرف ریخته باشد ، جمع آوری و پاک کنید. سلول را با الکترولیتی مناسب ( از همان نوعی که در سلولهای مجاور وجود دارد یا قوی تر ) تا بالای صفحه ضد ترشح ، پرکنید. سپس سلول باید یک شارژ متعادل کننده دریافت کند و اسید آن تنظیم شود .

سلول را در داخل سینی قرار داده و مطمئن شوید که قطب بندی آن درست است .قدم آخر ، جوش دادن مجدد رابطهای داخل سلولی است . این موضوع بطور جداگانه در زیر گفته شده است .اما قبل از اینها باید توجه شود که در تهیه مقدمات جوشکاری ، ستون و رابط بخوبی پاک شده باشند .

***تجدید اتصال رابطهای اره شده :*** همانگونه که در بالا گفته شد، هنگام خارج کردن سلول ، گاهی رابطها را با اره کردن از هم جدا می کنند . این رابطها را می توان با استفاده از قالب رابط ، به همدیگر جوش داد که در واقع متشکل از ناودانی کم عمقی است که در زیر محل بریدگی قرار داده می شود و با کمک گوه های کوچکی در جای خود محکم می شود . نوک کاربن را روی آن قسمت از رابط که در مدار الکتریکی کارین سوز است قرار دهید و تا زمانی که داغ و سفید رنگ نشده است در همان جا نگه دارید . سرب جدید اضافه کنید و نوک کاربن را در داخل سرب مذاب حرکت دهید . تا مطمئن شوید که سرب جدید با هر دو قسمت رابط عجین شده است.

## باتریهای نیکل - کادمیوم منفذدار

باتریهای نیکل - کادمیوم ، باتریهای قلیائی هستند که الکترولیت آنها محتوی هیدروکسید پتاسیم است . این باتریها از نظر فیزیکی بسیار زمخت هستند و دربرخی موارد نسبت به دستگاهی که آن را تغذیه می کنند، در برابر تکان و نوسان مقاومت بیشتری دارند . همچنین این باتریها قادرند سوء استفاده های الکتریکی قابل توجهی ( مانند اضافه شارژی ، ماندن در حالت دشارژ و اضافه دشارژی اتفاقی ) را تحمل کنند . از نظر مشخصه های آنها ، این باتریها دارای مقاومت داخلی کم بوده و در نتیجه پذیرش شارژ خوبی را دارند و عملکرد آنها در مقادیر بالا خوب است . در مقایسه با باتریهای انباره ای نیکل - آهن ، این باتریها آهنگ خود دشارژی کمتری دارند . عملکرد آنها در دماهای پائین عالی

omoorepeyman.ir

است و بیشتر انواع آنها ۸۰ درصد ظرفیت نامی خود را در دماهای تا $-40\ ^{\circ}c$ (-۴۰°F) تحویل می دهند . قاعدتاً این باتریها برای کاربردهای دوره ای مورد نظر نبوده و بیشتر در راه اندازی موتور، ارسال علائم راه آهن ، روشنائی اضطراری، مخابرات ، اعلام خطر ، لوازم قطع و وصل و کنترل ، کاربردهای دریایی و رزرو مورد استفاده قرار میگیرند.

نقاط بارز باتریهای نیکل - کادمیوم در مقایسه با باتریهای انباره ای سرب - اسیدی را می توان بصورت زیر برشمرد :

باتریهای نیکل - کادمیوم را میتوان بدون نگرانی از خراب شدن بمدت زمانهای طولانی در شرایط دشارژ نگهداشت . در دوره شارژ گازهای خورنده از آن آزاد نمی شوند . باتریهای نیکل - کادمیوم با صفحات رسوبی بشرح زیر را در صورت لزوم می توان بسرعت در ۱ یا ۲ ساعت تجدید شارژ کرد. اضافه شارژ آنها در صورت کنترل درجه حرارت با آسیب بسیار کمی همراه است . بعلاوه باتریهای نیکل - کادمیوم در صورت یخ زدن صدمه ای نمی بینند.

نکته نامساعد سلولهای نیکل - کادمیوم بقرار زیراست : ولتاژ باتریهای نیکل - کادمیوم نسبت به انواع سرب اسیدی ( هم در حالت کار و هم در حالت مدار - باز ) بطور قابل ملاحظه ای کمتر است. ولتاژ دشارژ میانگین بین ۱/۲ و ۱/۲۵ ولت در مقادیر دشارژ معمولی است . این باتریها قادر بکار بصورت دوره های متناوب طولانی نیستند. انرژی در واحد حجم و واحد وزن باتریهای نیکل - کادمیوم با صفحات پاکتی بشرح زیر، نسبت به باتریهای انباره ای سرب - اسیدی بیشتر نبوده و در برخی موارد کمتر است. حالت شارژ بشکلی که در مورد باتریهای سرب - اسیدی توسط یک هیدرو متر صورت می گیرد ، بسادگی قابل تشخیص نیست و بدلیل گرانی قابل ملاحظه مواد اولیه، یعنی نیکل و کادمیوم قیمت آنها براساس انرژی ، نسبت به باتریهای سرب - اسیدی اساساً گرانتر میباشد .

مشخصه های الکترو مکانیکی سیستم نیکل - کادمیوم مشابه سایر باتریهای قلیائی مانند باتریهای نقره - کادمیوم و نیکل - آهن است . لیکن با واکنشهای الکترو مکانیکی باتریهای سرب ، اسیدی تا حد زیادی تفاوت دارد . همانطورکه در بخش باتریهای سرب - اسیدی تشریح شد ، الکترولیت اسید سولفوریک در واکنش با صفحات مثبت و منفی مصرف میشود ، در نتیجه حالت شارژ بودن را می توان با اندازه گیری چگالی ویژه الکترولیت تعیین نمود، لیکن در تمام باتریهای قلیائی الکترولیت صرفاً بعنوان یک حامل بار الکتریکی عمل می کند. هیدرو کسیدپتاسیم مصرف نمی شود بلکه کار آن تنها حمل و نقل الکترونها بین صفحات مثبت و منفی حین شارژ یا دشارژ شدن باتری است .

در نتیجه ، الکترولیت خواه در شارژ و خواه در دشارژ نسبتاً ثابت می ماند . منحنی ولتاژ دشارژ باتریهای قلیائی نسبتاً مسطح است و این باتریها مانند سایر باتریهای انباره ای ، در برابر یخ زدگی زیاد آسیب پذیر نیستند. برای تاکید بیشتر دوباره یادآوری می شود: حالت شارژ بودن یک باتری قلیائی را نمی توان با اندازه گیری چگالی ویژه الکترولیت تعیین نمود.

## ساخت صفحات و ساختار باتری

دو نوع اصلی سلولهای نیکل - کادمیوم منفذدار موجود است ، باتریهای با صفحات پاکتی و باتریهای با صفحات رسوب جوشی. معمولاً استفاده از صفحات پاکتی در سلولها و باتریهای نیکل - کادمیوم بیشتر است . این صفحات بیش از حد سخت هستند و در کاربردهائی که به عمر حداکثر ، مقاومت زیاد در برابر تکان و نوسان و حداکثر اندازه سلول نیاز است ، مورد استفاده قرار می گیرند. باتریهای نیکل - کادمیومی که درآنها صفحات رسوب جوشی بکار می روند، مقاومت داخل سلولی بسیار کمتری داشته و بنابراین در مواردی که به مقادیر دشـــارژ بالا نیاز است ، مانند راه اندازی موتور و کاربردهای قطع وصل کلیدها، مورد استفاده قرار می گیرند.

## صفحات پاکتی

برای تولید صفحات پاکتی ، ابتدا قطعاتی از نوارهای نازک فولاد را با حدود ۲۰۰۰ حفره در اینچ مربع سوراخکاری کرده و سپس آنها را با نیکل آبکاری می کنند. لبه های این نوار بصورت ناودان روباز، به بالا برگردانده می شوند ، مواد فعال ، یعنی هیدروکسید نیکل بعلاوه گرافیت برای صفحات مثبت و هیدروکسید کادمیوم (یا اکسید

omoorepeyman.ir

کادمیوم) بعلاوه پودر آهن برای صفحات منفی را درون این شیارها پرس می کنند . قطعه دومی از نوار فولادی سوراخکاری شده بر روی این صفحات قرار داده شده و لبه های دو قطعه نوار بهم دیگر چین - پرچ می شوند تا پاکتی سخت و خیلی دراز از فولاد سوراخکاری شده، محتوی ماده فعال تشکیل شود. محصول بدست آمده را می توان برای ایجاد صفحاتی به عرض دلخواه بهر طولی برید، سپس ایز پاکتها بطور افقی درون چارچوبهای مخصوص از صفحات ورق فولاد پرس شده ، قرارداده می شوند . قابهای مزبور دارای طول و عرض صفحات مورد نظر بوده و وسط آنها برای قرار دادن پاکتها باز می باشد. پاکتها به قسمی درون این قاب پرچ می شوند که اتصالات تشکیل شده در طول اضلاع قاب، کار درزگیری انتهای بریده شده هر یک از پاکتها را انجام دهد سپس جداکننده ها، اگر از نوع میله های پلاستیکی باشند ، بصورت قائم بین صفحات فرو برده می شوند و اگر از نوع ورقهای پلاستیکی موجدار یا سوراخکاری شده باشند ، بین صفحات جا زده می شوند.

از آن پس واحد سوار شده درون محفظه سلول قرار داده شده و درپوش آن همراه با واشرها و مهره های عایق کننده و آب بندی کننده روی ترمینالهاگذاشته شده و در جای خود جوش کاری شده و چسبانده می شود.

سلولهای صفحه پاکتی کوچکتر هم در محفظه های پلاستیکی و هم در محفظه های فولادی موجودند. محفظه های پلاستیکی مزیت های زیادی دارند : آنها شفاف یا مات هستند در مواردی که تعداد زیادی سلول را در برمیگیرد این به معنی صرفه جویی قابل ملاحظه در زمان سرویس است زیرا سطح الکترولیت را می توان به آسانی با دیدن کنترل نمود و هنگام تنظیم سطح الکترولیت نیز پرکردن سلول تا سطح مناسب آسان است. از آنجا که محفظه ها هادی نیستند می توانند در تماس با همدیگر نصب شوند و از این راه در فضا صرفه جویی شود، با بودن این محفظه ها، احتمال اتصال به زمین کمتر است و کار کردن با ابزار فلزی در حول و حوش آنها ایمن تر است. محفظه های پلاستیکی در برابر خوردگی الکترولیت مقاوم می باشند . دربرخی کاربردها که استحکام فیزیکی زیادی را طلب می کند ، آنها را درون سینی باتریهای فولادی سوار می کنند .

محفظه های فولادی سلولها از ورقهای جوش شده فولادی ساخته شده و با نیکل آبکاری می شوند و بدون آنکه هزینه تهیه ابزار زیادی لازم باشد، در ابعاد مختلف تولید میشوند . از همه مهمترآنکه این نوع محفظه ها استحکام زیادی را عرضه می کنند. به این دلیل است که سلولهای بزرگ تنها با محفظه های فولادی ساخته میشوند.

## صفحات کلوخه ای

صفحات کلوخه ای در ابتدا از پلاک های نیکل کلوخه شده که کار شبکه صفحات را انجام تشکیل می شوند میدهند. این پلاک از کلوخه کردن پودر نیکل بسیار ریز ( بدست آمده از فرآیند کار بونیل ) بر روی یک توری نیکلی یا ورقهای نیکل سوراخکاری شده درست می شود. بلوک بدست آمده ماده ای است بسیار متخلخل ، سخت و انعطاف پذیر از نیکل خالص که صفحات آن بین ۰/۶ و ۲ میلیمتر ( ۰/۰۲۵ و ۰/۰۸۰ اینچ ) است . گرچه این ماده بچشم تو پر می آید. لیکن تقریباً ۸۰ درصد حجم آن فضای خالی است. سپس مواد فعال مثبت و منفی توسط یکی از چندین روش مختلف در داخل این فضای خالی انباشته و اشباع می شود . سلولهای حاصل دارای مقاومت داخلی بسیار کم بوده و در نتیجه در مقادیر دشارژ بسیار بالا عملکرد خوبی دارند ، این مزیت اصلی سلولهای نیکل - کادمیوم با صفحات کلوخه ای است .

## ولتاژ:

ولتاژ بس بار سلولهای نیکل - کادمیوم حدود ۱/۳۵ ولت است . ولتاژ دشارژ میانگین که می توان از آن در محاسبه تعداد سلولهای مورد نیاز برای کاربرد های خاص استفاده نمود عموماً ۱/۲ ولت اعلام می شود . با آهنگ دشارژ کمتر ( ۵ تا ۸ ساعت و کمتر) ، ولتاژ میانگین در حدود ۱/۲۵ ولت خواهد بود . با آهنگ دشارژ با این مقادیر ولتاژ از ابتدا تا انتهای دشارژ ۰/۱۵ تا ۰/۲ ولت افت می کند ، سلولهای پاکتی را می توان میانگین با آهنگ دشارژ ۱ ساعتی و سلول های رسوب جوشی را با آهنگ دشارژ ۲ تا ۳ برابر آهنگ ۱ ساعتی آن دشارژ نمود، قبل از آنکه ولتاژ

omoorepeyman.ir

میانگین دشارژ به زیر ۱/۲ ولت افت کند.

سلول های رسوب جوشی ۱۲ تا ۱۶ برابر دشارژ ۱ ساعتی را در ولتاژهایی که کمتر از ۱/۰ ولت نخواهد بود تحویل می دهند. در کار در دماهای کم، ولتاژ طبیعتاً به سطح کمتری کاهش می یابد، اما تا زمانی که دما به کمتر از $-20^{\circ}F$ برسد این کاهش قابل ملاحظه نیست.

برای مصارف با ولتاژ کم ( یعنی ۶ ولت و ۱۲ ولت ) ، تعداد سلولهای مورد استفاده برابر با خارج قسمت دقیق ( یا نزدیکترین مقدار ) بدست آمده از تقسیم ولتاژ مصرفی بر ۱/۲ بدست می آید . مثلاً ، برای یک مصرف ۶ ولتی، پنج سلول و برای یک مصرف ۱۲ ولتی ، ۱۰ سلول بکار می رود . در مصارف با ولتاژ بالاتر ممکن است دقیقاً از این ضریب استفاده نشود . مثلاً ، در مورد یک کلید خودکار ۲۴ ولتی می توان از ۱۸ تا ۲۰ سلول و برای یک کاربرد در وسائل کنترل ۱۲۵ ولتی می توان از ۹۲ تا ۹۵ سلول استفاده کرد.

تعداد دقیق سلولهای انتخابی به آهنگ دشارژ ، تلفات در مدار که باید جبران شود ، ولتاژ شناور موجود و سایر عوامل بستگی دارد . بعنوان یک روش کلی ، برای اطمینان از وجود رابطه ای مناسب میان سیستم باتری و کاربرد پیشنهادی توصیه می شود با مهندسین فنی کارخانه سازنده در انتخاب مناسب تعداد سلولها و مشخصه های کار الکتریکی مشورت شود.

## مشخصه های اجرائی

بسیاری از طرحهای صفحه پاکتی ، ظرفیت معمولی خود را بهنگام دشارژ با آهنگ بالا تا آهنگ ۱ ساعت ، گر چه با ولتاژ نهائی کم ، تحویل می دهند. برخی سلولهای صفحه رسوبی جوشی نوع خوب ، ظرفیت عادی خود را با آهنگ و شارژی معادل چند برابر آهنگ ۱ ساعته ، تحویل می دهند. هنگام دشارژ در بارهائی که مقاومت بسیار کمی دارند (مصارفی مانند تابلوهای قطع و وصل و کنترل یا راه اندازی موتورها)، سلولهای رسوبی جوشی ۱۵ تا ۱۸ برابر آهنگ ۱ ساعته را برای مدت ۱۰ ثانیه تحویل می دهند. بعضی سازندگان برای صفحات نوع رسوبی جوشی ، ظرفیتهای مجاز ۵ ثانیه و ۱ ثانیه منتشر می کنند.

توصیه شده است که هنگام دشارژ باتریهای نیکل - کادمیوم با آهنگ ۳ تا ۴ ساعتی یا کمتر ، باید مراقب بود تا از دشارژ مکرر تا ولتاژ زیر ۱/۰ ولت اجتناب شود. معهذا در شارژ با آهنگهای بسیار بالا ، مانند کاربردهای راه اندازی موتور ، دشارژ را می توان تا ۰/۶۵ ولت ادامه داد. و شارژها مکرر در ولتاژهای کمتر از این حدود منجر به کاهش در ظرفیت باتری خواهد شد . به هر حال صفحات رسوبی جوشی نسبت به صفحات پاکتی در مقابل اضافه شارژ تحمل بیشتری دارند.

## عمر

عمر احتمالی بیشتر صفحات پاکتی در کاربردهای شناور ، حدود ۱۵ سال است که بستگی به سختی شرایط کار دارد . گاهی در کاربردهای رزرو، عمر باتری تا ۲۵ سال گزارش شده است ، باتریهای صفحه رسوبی جوشی ، عمری بمراتب کمتر دارند . در کارهای سخت ، مانند کاربردهای راه اندازی وسایط نقلیه ، عمر باتری ۵ تا۷ سال گزارش شده است . در مورد باتریهائی که در روشنائی اضطراری ، اعلام خطر و مخابرات بکار می روند می توان عمری از ۸ تا ۱۵ سال انتظار داشت. برخی سازندگان ، انواعی از باتریها را برای دوره ای تحت شرایطی دقیقاً کنترل شده، تولید میکنند که بسته به عمق دشارژ، تا ۱۰,۰۰۰ دوره کار می کنند.

## انتخاب

پس از تعیین طرح کلی یک باتری ، برای کاربرد مورد نظر، تعداد تقریبی سلولهای لازم و آمپر- ساعتی که بین شارژ کردنها باید تامین شود ، با شرکت سازنده آن نوع سلول تماس گرفته و اطلاعات دقیقی را که آنها برای پیشنهاد یک ترکیب باتری مناسب برای کاربرد شما لازم دارند به آنها ارائه دهید . این اطلاعات باید موارد زیر را شامل شود:

omoorepeyman.ir

***ولتاژ لازم*** - مقدار حداکثر و حداقل مجاز برای ولتاژ و درجه رگولاسیون ولتاژی که ترجیح می دهید .
***ظرفیت و قابلیت آهنگ دشارژ مورد نیاز*** - شدت جریانی که انتظار می رود ، باتری تحویل دهد و طول زمانی که این جریانهای اعلام شده در حال عبور خواهد بود. اگر شدت جریان نامعلوم باشد تا جایی که ممکن است با دقت، کاری را که به وسیله تجهیزات انجام میشود و باتری آن را تغذیه خواهد کرد، برحسب گشتاور یا اسب بخار تحویلی، توان انتقالی یا دریافتی و غیره، اعلام کنید.
***شرایط شارژ کردن*** - روش شارژی که از آن استفاده خواهد شد - جریان ثابت ، ولتاژ ثابت ، شناور، جریان کم، نوع دستگاه شارژی که در نظر دارید بکار برید ، شدت جریانها و ولتاژهائی که این دستگاه می تواند تحویل دهد ، درجه کنترلی که این دستگاه قادر است اعمال کند ، مدت زمان مجاز برای هر بار شارژ ، تناوب دفعاتی که می توان شارژ کرد.
***ایستادگی مورد نیاز در برابر تکانهاو نوسانها.***
***میل - شیب یا میلی که باتری باید تحمل کند .***
***شرایط نصب*** - فضای موجود ، دمای محیط ، تهویه موجود ، مجاورت باتریهای سرب - اسیدی یا دیگر شرایط آلوده کننده.
***سایر شرایط خاص نگهداری*** - میل به حداقل رساندن دفعات تامین آب باتری ، نیاز به اجتناب از تهیه ابزارهای خاص، نوع پرسنلی که از باتری مراقبت خواهند کرد.

## نصب

در بحث زیر فرض برآن است که خریدار یک باتری نو دستورالعملهای کامل و دقیق را در مورد نصب از سازنده دریافت کرده است . بطور کلی ، باتریهای نیکل - کادمیوم را شارژ شده و با الکترولیت پرشده ارسال می کنند (بجز باتریهای صادراتی که بطور خشک و شارژ نشده ارسال میشوند). نظر به شارژ بودن باتریهای نیکل - کادمیوم، در مراحل باز کردن بسته بندی و نصب آنها باید با احتیاط رفتار کرد . بعنوان مثال ، برای بلند کردن سلولها از درون جعبه بسته بندی نباید زنجیر یا قلاب فلزی بکار رود بلکه، در این مورد میتوان با احتیاط از تسمه های طنابی که از زیر اتصال دهنده های میان سلولی رد شده باشند ، استفاده نمود ، پس از کنترل باتریها از نظر آسیب های ناشی از حمل ، درپوشهای مخصوص حمل باتری را با درپوشهای منفذدار که تحویل شده است تعویض نمایید. سپس سطح الکترولیت در هر سلول را کنترل کنید . برای بسیاری از سلولهای بزرگ و متوسط ، سطح الکترولیت باید حداقل ۱۲ میلیمتر بالای صفحات باشد . حداکثر سطح الکترولیت را می توان از مدارک سازنده بدست آورد. این سطح اغلب در حدود وسط فاصله بین سر صفحات از لبه زیرین روپوش سلول است . چنانچه در حین حمل ، الکترولیت ریخته و سطح آن زیر صفحات باشد، تا سطح تعیین شده، الکترولیت اضافه کنید. بطور کلی، سازنده باتری بهترین مرجع برای جزئیات مربوط به نحوه اضافه و جایگزین کردن الکترولیت است، باید از روشهای توصیه شده او متابعت نمود .

سلولهای دارای جلد فولادی و سلولهائی را که در سینی باتری قرار می گیرند می توان بصورت دائمی نصب نمود ، باتریهای نیکل - کادمیوم گازهای خورنده آزاد نمی کنند و لذا می توان آنها را در مجاورت ماشین آلات و دستگاهها نصب کرد . معهذا این دستگاهها نباید در معرض پاششهای ناشی از سلولها قرار بگیرند. خریدار می تواند قفسه های باتری مناسبی را از سازنده باتری خریداری نماید و یا اگر مناسبتر است قفسه ها را مطابق با مشخصات سازنده باتری بسازد . بین سینی ها باید برای جریان هوا مقدار کمی فضای باز گذاشته شود . باتریهای کوچکتر باید روی قفسه ها استقرار یابند . باتریهای مستقر در سینی های با لبه های بلند مخصوص را می توان مستقیماً روی کف اتاق قرار داد. سلولهای جلد پلاستیکی در سینی های پلاستیکی یا فولادی ، روش نصب خاص ندارند. باتریهای وسائط نقلیه یا دریائی در تمامی موارد ، چنانچه قرار است باتریها از طرف جانبی قفسه یا تابلو سرویس شوند، باید یک فاصله ۲۰ سانتیمتری ( ۸ اینچی ) یا ترجیحاً ۳۰ سانتیمتری ( ۱۲ اینچی ) بین سرپیلها و سقف قفسه یا تابلو در نظر گرفت. باتریها را نباید در جاهائیکه دمای آن مکرراً از $^{\circ}c$ ۳۸ ( $^{\circ}F$ ۱۰۰ ) تجاوز می کند ، نصب کرد.

پس از مستقر کردن باتریها و نصب رابطهای میان سلولی بار دیگر پلاریته تمامی سلولهارا با دنبال کردن اتصال

omoorepeyman.ir

کننده ها از یک ترمینال باتری در سرتاسر آن تا به ترمینال دیگر باتری کنترل کنید تا از اتصال صحیح سلولهابطور سری اطمینان حاصل کنید . هر سلولی که با پلاریته معکوس در مدار متصل شده باشد ، آسیب خواهد دید . برای این کار بعلامت « مثبت » که روی سر سلول یا روی پوشش سلول نزدیک آن علامتگذاری شده است توجه کنید ؛ یک علامت قرمز روی طرف جانبی دیوار منفذ در طرف سر مثبت یا ( در مورد انواع سلولهای بزرگتر) ، یک نوار عایق پلاستیکی قرمز بر روی سر مثبت وجود دارد. سپس از محکم بودن مهره های تمامی ستونهای ترمینال ، اطمینان حاصل کنید . مطمئن شوید که کابلهای اصلی باتری برای عبور دادن شدت جریان حداکثری که لازم خواهد بود ، بدون افت ولتاژ بیش از حد ، بقدر کافی قوی باشند . کابل باتریها باید به کفشکها یا سرکابلهای آبکاری شده با نیکل مجهز باشند.

کفشکها و سرکابلهای مسی لخت مستعد خوردگی خواهند بود. تمامی کابلها باید از بالای سر سلولها دور نگهداشته شوند . هر گونه الکترولیتی را که ممکن است در طی نصب روی سلولها پاشیده شده باشد تمیز کنید. پس از آنکه سر سلولهای مربوط به سلولهای جلد فولادی بخوبی تمیز و خشک شد ، آنها را با لایه نازکی از وازلین یا گریس بطور کامل بپوشانید . اینکار از تشکیل تدریجی پوسته ای ناشی از پاشش الکترولیت که به سختی قابل پاک کردن است ممانعت خواهد کرد.

چنانچه باتری در ۹۰ روز آینده بکار گرفته نخواهد شد باید آنرا یا تحت شارژ دائم با جریان کم قرار داد و یا بلافاصله قبل از بکارگیری ، با آهنگ ۵ ساعتی بمدت ۳ ساعت شارژ کرد.

## شارژ کردن

برقراری یک روش شارژ منظم قابل اطمینان برای باتریهای نیکل - کادمیوم و تبعیت از آن مهم است. زیرا کنترل سریع حالت شارژ، به قسمی که در مورد باتریهای سرب - اسیدی صورت می گیرد ، ممکن نیست. لیکن چنانچه نیازی مبرم برای تعیین حالت شارژ وجود داشته باشد، در بسیاری کاربردها امکان طراحی یک روش قرائت توام ولتاژ و جریان در طول یک دشارژ کوتاه با آهنگ بالا یا قرائت مقدار جریان کشیده شده هنگام قرار دادن باتری در شارژ کوتاه مدت با ولتاژ ثابت وجود دارد. برای ایجاد رضایت بخش ترین روش جهت یک کاربرد خاص ، باید با مهندس سرویس کارخانه سازنده تماس گرفت.

باتریهای نیکل - کادمیوم اضافه شارژ را بخوبی تحمل می کنند . در هر حالت تردید همواره اضافه شارژ از کم شارژی بهتر است . هشدارهائی که در مقابل اضافه شارژ اعلام میشود ، نه بدلیل ایجاد آثار سوء روی صفحات میباشد، بلکه بجهت آنست که از حداکثر دمای مجاز تجاوز نگردد و اتلاف الکترولیت و ایجاد قشر هادی روی سرسلولها بحداقل برسد. در هیچ روش شارژ دمای الکترولیت نباید از $^{\circ}c$ ۴۶ ( $^{\circ}F$ ۱۱۵ ) تجاوز کند. باتری می تواند دماهای اتفاقی $^{\circ}c$ ۵۱ ($^{\circ}F$ ۱۲۵) را تحمل کند اما شارژ مکرر دراین دما احتمالاً ظرفیت آنرا کاهش داده و عمر باتری را کم می کند . هنگام کنترل دما این کار را در سلولهای میانی باتری که احتمالاً گرمترین سلولها هستند ، انجام دهید.

باتریهای نیکل - کادمیوم را میتوان به دو روش اساسی شارژ نمود: ولتاژ ثابت (پتانسیل ثابت) و جریان ثابت. در روشهای شارژ دائم با جریان کم یا شارژ شناور نیز آنها را در حالت شارژ کامل نگهداری می کنند . روش شارژ تعدیل کننده که در زیر مورد بحث قرار می گیرد شکلی از روش شارژ با جریان ثابت است . شارژ با ولتاژ ثابت عبارت است از تامین جریان شارژ دریک ولتاژ تنظیم شده ثابت . مقدار ولتاژ بقسمی انتخاب می شود که جریان در ابتدا بالا باشد و با نزدیک شدن باتری به شارژ کامل بتدریج بیک مقدار بسیار کم تقلیل یابد و ولتاژ متضاد (COUNTERVOLTAGE) باتری افزایش یابد. این روش یکی از دو روش متداول مورد استفاده است . این روش بسهولت قابل کنترل با وسائل خودکار می باشد و می تواند بسرعت اجرا شود . روش جریان ثابت این مزیت را دارد که با آن محاسبه آمپر - ساعت شارژ وارد شده به باتری آسانتر است . لیکن چنانچه اینکار بطور دستی انجام شود ، تنظیم مکرر آهنگ جریان ضروری خواهد بود . در روش شارژ دائم با جریان کم ، باتری بطور دائم به منبعی که مقدار بسیار کمی جریان شارژ تحویل میدهد، متصل است . نمونه ای از این نوع ، ترکیب شارژ کننده و باتری است که در بسیاری از واحدهای روشنائی اضطراری یا اعلام خطر از آن استفاده می شود. شارژ دائم با جریان کم را می توان هم

omoorepeyman.ir

با جریان ثابت و هم با ولتاژ ثابت انجام داد.

روش شارژ شناور که دومین روش شارژ بسیار متداول برای باتریهای نیکل - کادمیوم است ، از این نظر با شارژ دائم با جریان کم متفاوت است که باتری بطور دائم بصورت موازی بدو سر خط ، بین منبع تغذیه و دستگاهی که باید تغذیه شود ، متصل میباشد. منبع تغذیه معمولاً هم دستگاه را تغذیه می کند و هم جریان شارژ برای باتری را تامین میکند. و باتری درصورت قطع برق یا غیر فعال شدن منبع تغذیه ، دشارژ می شود . این مورد نوعاً یک کاربرد اضطراری است .

***ولتاژ ثابت*** - در بیشتر موارد بجای روش ولتاژ ثابت واقعی ، بمنظور محدود ساختن جهش اولیه بالای جریان که در غیر این صورت توسط باتری دشارژ شونده جذب می شد ، از روش ولتاژ ثابت اصلاح شده استفاده میگردد. در این روش ولتاژ بطور خودکار به زیر مقدار از پیش انتخاب شده کاهش داده میشود، تا زمانیکه جریان کشیده شده توسط باتری در آن ولتاژ بمقداری که بتواند توسط شارژ کننده تامین شود ، تنزل کند. اینکار اندازه و بنابراین هزینه دستگاه شارژ کننده را کاهش می دهد . این روش بویژه در مورد باتریهای صفحه رسوبی جوشی مناسب است . برای دریافت اطلاعات درباره مقادیر ولتاژی که باید در روش شارژ با پتانسیل ثابت یا پتانسیل ثابت اصلاح شده مورد استفاده قرار گیرد لازم است با مهندسین کارخانه سازنده مشورت شود.

***جریان ثابت*** - اگر برای شارژ کامل یک باتری بااستفاده از روش جریان ثابت، ۷ ساعت لازم باشد ، دستگاه شارژ باید توانائی تحویل جریان با آهنگ ۵ ساعت در یک ولتاژ تقریباً ۱/۸ تا ۱/۸۵ ولت سلول را داشته باشد . در بسیاری از تاسیسات از شارژ کننده های کوچک استفاده می شود که آهنگ کمتری ( آهنگ ۸ تا ۱۰ ساعت ) را تحویل می دهند و بنابراین تنها ولتاژ ۱/۵۵ تا ۱/۶۵ ولت بر سلول لازم دارند . از این رو بمدت زمانهای شارژ طولانی تر نیاز است. با این مقادیر شارژ کم ، مصرف آب هم کمتر خواهد بود . در روش جریان ثابت ، یک مقاومت متغیر باید بطور سری با باتری قرار داده شود . اطمینان حاصل کنید که مقاومت متغیر و آمپرمتر و شنت های بکار رفته در دستگاه شارژ کننده قادر به تحمل جریانهائی که بوجود می آید ، باشند. برای نگهداشتن آهنگ جریان در مقداری ثابت باید مقاومت را حداقل هر $^{1}/_{2}$ ساعت یکبار تنظیم نمود . باتریهائی که بطور سری متصل شده و توسط یک شارژ کننده شارژ می شوند باید نوع طراحی یکسان داشته و در حالت شارژ یکسانی باشند . اگر حالت شارژ نامعلوم باشد ، هر باتری را با شارژکننده جداگانه یا زمان جداگانه ای شارژ کنید.

برای تمام باتریهای نیکل - کادمیوم یک ضریب باز شارژی حدود ۱۴۰ درصد توصیه میشود. یعنی باتری آنقدر شارژ می شود که ۱۴۰ درصد آمپری که در دشارژ قبلی کشیده شده است ، به باتری باز گردد. درصورتیکه مقدار ظرفیتی که قبلاً کشیده شده است، نامعلوم باشد شارژ را بدون مقدمه با یک آهنگ مناسب ، ترجیحاً با آهنگ ۵ ساعت یا نزدیکتر به آن ، شروع کنید . ولتاژ باتری در حال شارژ را مشاهده کنید . در صورت استفاده از آهنگ حدود ۵ ساعت ، ولتاژ اولیه در حال شارژ یک باتری کاملاً پر شده حدود ۱/۳۵ ولت بر سلول خواهد بود. در طول شارژ شدن ، ولتاژ باتری تدریجاً تا حدود ۱/۴۵ ولت بر سلول خواهد رسید. در این نقطه بخش عمده ای از ظرفیت عادی باتری بازگشته و تولید گاز آغاز خواهد شد.

همچنانکه سلول شارژ شده به شارژ کامل نزدیک می شود ولتاژ آن بسرعت به حدود ۱/۵ تا ۱/۸ ولت برای هر سلول افزایش می یابد ( بسته به طرح سلول و آهنگ واقعی شارژ ). شارژ باید ادامه یابد تا ولتاژ در حال شارژ بمدت ۶۰ دقیقه در این سطح ثابت بماند ( سه قرائت که بفاصله ۳۰ دقیقه از هم صورت می گیرد نیز باید همین مقدار ثابت را نشان دهند). هنگام استفاده از این روش ، توجه به ولتاژ خاتمه شارژ دارای اهمیت ویژه است. چنانچه شارژ متوقف نشود، باتری به قبول جریان ادامه داده و بطور کامل شروع به تشکیل هیدروژن و اکسیژن خواهد کرد . بنابراین، سرعت اتلاف آب افزایش یافته و دمای باتری ممکن است به بالاتر از حداکثر مجاز برسد.

بدلیل افزایش سریع ولتاژ در انتهای شارژ ، می توان شارژ را توسط یک رله حس کننده ولتاژ یا ابزاری مشابه آن براحتی متوقف کرد . تقریباً در همه موارد ، باتریهای نیکل - کادمیوم را می توان توسط دستگاه شارژ جریان ثابت اصلاح شده، مخصوص استفاده در باتریهای سرب - اسیدی هم اندازه آن، بطور خودکار شارژ کرد. لیکن باید توجه

omoorepeyman.ir

داشت که ولتاژ خاتمه شارژ یک باتری نیکل - کادمیومی تفاوت قابل ملاحظه ای با ولتاژ خاتمه شارژ یک باتری سرب اسیدی دارد.

***شارژ دائم با جریان کم*** - شارژ دائم با جریان کم تنها برای نگهداشتن باتری در وضعیت کاملاً شارژ شده بکار میرود. این روش برای شارژ یک باتری کاملاً دشارژ شده روش مناسبی نیست .

ولتاژ باتریهای صفحه پاکتی را می توان با شارژ دائم با جریان کم در ولتاژ بین ۱/۴۰ تا ۱/۴۵ ولت بر سلول نگاه داشت . برای باتریهای صفحه رسوبی جوشی ، سطح قابل قبول ولتاژ ۱/۳۶ تا ۱/۳۸ ولت بر سلول است ، لیکن، برای مقادیر دقیق باید از دستورالعملهای سازنده متابعت شود . تلفات خود دشارژ هنگام کار در محدوده ولتاژ کم، جایگزین خواهند شد ( شارژ در ولتاژ بالاتر ، جایگزین شدن ظرفیت در نتیجه دشارژ نسبی را تضمین خواهد کرد). در تمام مواقع ، ولتاژ را پائین تر از ولتاژ تولید گاز که تقریباً برابر ۱/۴۵ تا ۱/۴۸ ولت است نگاه دارید . در صورتی که مشاهده شود مصرف آب بیش از حد است ، ولتاژ در حال شارژ را کاهش دهید . چنانچه باتری سرد است ($۳۲^{\circ}F$ - $۰^{\circ}c$ یا کمتر)، ولتاژ را حدود ۰/۰۵ ولت بر سلول زیاد کنید . این ولتاژها بحرانی هستند. درصورتیکه ولتاژ بدلیل تغییرات در ولتاژ خط نوسان کند، لازم است ولتاژ را برای دور شروع کار تحت نظر بگیرید و سپس مقدار متوسط آنرا برای کار عادی انتخاب کنید .

با روش جریان ثابت نیز می توان شارژ دائم با جریان کم را انجام داد . دستگاه شارژ کننده را چنان تنظیم کنید که به ازای هر آمپر- ساعت از ظرفیت نامی، چند میلی آمپر (۲-۳ میلی آمپر) را تامین کند. مقدار دقیقی را که میان مصرف آب حداقل و برقراری شارژ کامل توازن ایجاد کند می توان با سعی و خطا یا داده های فنی سازنده باتری تعیین نمود.

***شارژ شناور*** - ولتاژ باتریهای صفحه پاکتی بین ۱/۴۰ و ۱/۴۵ ولت و ولتاژ انواع صفحه رسوبی در ۱/۳۶ تا ۱/۳۸ ولت شناور نگهداشته می شود. تا جائیکه به شارژ دائم با جریان کم مربوط می شود ، مقادیر کمی که برای ولتاژ ذکر می شود برای جایگزین کردن اتلافهای ناشی از خود دشارژی کافی بوده و اتلاف آب را بحداقل می رساند . لیکن ، مقادیر زیاد جریانهای دشارژ کشیده شده از باتری را جایگزین نخواهد کرد . برای اجتناب از تولید گاز و اتلاف بیش از حد آب ، ولتاژ باید زیر ۱/۴۵ ولت نگهداشته شود. با کار در این ولتاژها ، باتری جریانی باآهنگ تقریباً ۳۵ تا ۵۰ ساعت را خواهد کشید.

***شارژ تعدیل کننده*** - باتریهائی که بروش شارژ شناور یا شارژ دائم با جریان کم کار می کنند باید برای متوازن نگهداشتن سلولها گهگاه تحت یک شارژ تعدیل کننده قرار گیرند . سلولها درصورتی خارج از توازن نامیده می شوند که بدلیل تفاوتهای اجتناب ناپذیر کوچکی که از شرایط شیمیائی یا فیزیکی آنهاناشی می شود ، حالت شارژ شدن متفاوت باشد. وقتی این اتفاق بیفتد ، بعضی از سلولها پیش از سلولهای دیگر به شارژ کامل رسیده و یک افزایش زود هنگام در ولتاژ نشان خواهند داد . در کار بحالت شارژ شناور ، که ولتاژ شارژ بمقدار خیلی زیادی نسبت به ولتاژی که در آن سلولها هیچ جریان شارژی را قبول نمی کنند، بیشتر نیست ، این افزایش زود هنگام ولتاژ بعضی از سلولها در کل باعث کاهش جریان تحویل شده به باتری و رسیدن سایر سلولها به شارژ کامل خواهد شد.

برخی شارژ کننده های تجارتی موجود دارای دو حالت شارژ هستند. یکی برای شارژ عادی و دیگری برای شارژ تعدیل کننده. در حالت شارژ تعدیل کننده ، این شارژ کننده ها معمولاً جریانی ، با آهنگی معادل با ۱۵ تا ۲۰ ساعت به باتری تحویل می دهند . این به زحمت کافی میباشد . برای اطمینان از تعدیل کامل ، شارژ باید در صورت امکان با آهنگ ۵ تا ۱۰ ساعت انجام شود. در کاربرد شارژ شناور یا شارژ دائم با جریان کم یک بار در سال وقتی مشاهده شد که ظرفیت باتری از دست رفته یا باتری از توازن خارج شده است، آنرا با مقدار تعدیل کننده شارژ کنید تا ولتاژ هر یک از سلولها در اندازه گیری جداگانه بمقدار ثابت ( حدود ۱/۶۵ ولت بر سلول ) برسد و از افزایش باز ایستد.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

هر لوله پلاستیکی تمیز بدون آلودگی و شفاف با طول مناسب (۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر - ۸ تا ۱۲ اینچ) که قطر داخلی آن حدود ۵ میلیمتر ($^{۳}/_{۱۶}$ اینچ) باشد را می توان بکار برد . لوله بطور قائم نگهداشته شده و درون سلول تا رسیدن به سر صفحات قرارداده می شود، سپس انگشت سبابه را محکم روی سر لوله قرار داده و لوله بیرون آورده میشود و ارتفاع الکترولیت بالای سرصفحات ملاحظه می گردد. سپس ، الکترولیت موجود درون لوله را باید به سلول بازگردانید. پس از هر بار استفاده ، لوله آزمایش باید شسته شود.

در روشهای عادی شارژ کردن سبب اتلاف عمده هیدروکسید پتاسیم نمی شود . تنها آب است که از طریق تشکیل هیدروژن و اکسیژن ، تلف میشود که مشخصه هر سلول ذخیره ای در حال شارژ است . برای تصحیح افت سطح ناشی از شارژ شدن و بخار شدن تنها باید آب اضافه شود. فقط در صورت بیرون ریختن الکترولیت است که باید الکترولیت هیدروکسید پتاسیم افزوده شود . بعنوان یک قاعده ، صرفاً از آب مقطر یا یون زدائی شده استفاده کنید. در برخی بخشهای کشور ، آب لوله کشی خلوص لازم را داراست ، لیکن تنها از طریق یک تجزیه شیمیائی می توان در این مورد تصمیم گرفت . برخی سازندگان این آزمایش را در صورت درخواست انجام خواهند داد .

اگر بنظر رسد دفعاتی که باید آب اضافه کرد ، بیش از حد شده است ، یا زمانیکه بگونه ای غیر معمول روی سرپیلها افشانه ایجاد شود ، عملیات شارژ را کنترل کنید . ممکن است لازم باشد ولتاژ شارژ یا جریان شارژ تقلیل داده شود و از دوره شارژ طولانی تر استفاده گردد. چنانچه از شارژ با جریان ثابت استفاده می شود مطمئن شوید که عمل شارژ در نقطه مناسبی متوقف شود .

آب را می توان با گلابی ( پوآر ) یا بطری فشاری که گاهی همراه باتری تحویل می شود ، اضافه نمود . در هنگام ریختن آب در سلولهای باتریهای بزرگتر ، یک الگوی کار منظم برقرار کنید و همواره از این الگو استفاده نمائید. این عمل ، احتمال از قلم افتادن یک سلول را کاهش می دهد . بیشتر سلولهای محفظه پلاستیکی دارای درپوش های با منافذ پیچی و قابل برداشتن هستند . هنگام آبیاری این باتریها، بهتر است در پوشها را بازکرده و آنها را برای چند دقیقه در آب گرم غوطه ور کرد تا رسوبات کریستالیزه از منافذ عبور هوا جدا شوند. هنگام جاگذاری در پوشها ،آنها را با استفاده از نیروئی معتدل پیچ کنید ، در غیر اینصورت به رینگ یا واشری که عموماً برای ایجاد آب بندی بین درپوش و بدنه باتری بکار می رود فشار بیش از حد وارد خواهد شد.

اگر تعداد سلولهائی که باید نگهداری شود زیاد باشد آسان تر آنست که بطری یا گلابی تعدیل کننده دومی برای بیرون کشیدن الکترولیت اضافه تهیه شود . مصرف کننده می تواند این بطری را از سازنده ابتیاع نماید یا خود تهیه کـــند. برای تهیه آن، ابتـدا فاصله دقیق بین بالای سرصفحات تا حداکثر سطـــح الکترولیت را تعیین کنید. سپس با اندازه گیری همان فاصله از انتهای لوله یک مخزن یا گلابی فشاری ، یک سوراخ کوچک در کنار لوله ایجاد کنید . آنگاه انتهای این لوله را روی سر صفحات قرار دهید . الکترولیت اضافی بدرون مخزن کشیده می شود و سطح الکترولیت تا رسیدن به سطح صحیح افت خواهد کرد و در این هنگام بجای الکترولیت هوا از سوراخ سر لوله کشیده خواهد شد.

اگر تعداد سلولها خیلی زیاد باشد و ریختن آب بدفعات زیاد صورت گیرد ممکن است استفاده از یک پرکننده خودکار قابل توجیه باشد ( این موضوع را با سازنده در میان گذارید).

غلظت ( چگالی نسبی ) الکترولیت مهم است . بیشتر سلولهای صفحه پاکتی بهنگام ساخت با الکترولیتی با چگالی ۱/۱۹۰ تا ۱/۲۱۰ پر میشوند . مقدار دقیق غلظت الکترولیت برای نوعی خاص از طرح سلول توسط سازنده مشخص میشود . الکترولیت با غلظت بیشتر ( ۱/۲۸۰ ) را برای سلولهائی که قرار است در دماهای کم کار کنند، میتوان بکار برد، لکن این غلظت به سلولهائی که در دمای اتاق کار می کنند آسیب می رساند.

الکترولیت مخصوص پرکردن دوباره نیز معمولاً غلظت ۱/۹۰ تا ۱/۲۱۰ را دارد وبرای جایگزین کردن الکترولیت های تلف شده در اثر ریخته شدن به بیرون بکار می رود . الکترولیت برای تجدید کردن عموماً دارای چگالی ویژه ۱/۲۴۰ است و برای جایگزینی الکترولیت در سلولهایی که صفحات آنها پس از حمل از کارخانه یا به علت حادثه با آب مقطر پر شده و یا برای جایگزین الکترولیتی که در اثر کار بیش از حد آلوده و یا رقیق شده است مورد استفاده قرار می گیرد.

omoorepeyman.ir

هنگام سفارش یا تهیه الکترولیت مخصوص پرکردن دوباره، یا الکترولیت تجدید کردن ، مقدار مورد نیاز را برای بسیاری از سلولها نوع صفحه پاکتی برای هر ۷۰ تا ۹۰ آمپر - ساعت از ظرفیت نامی بطور سرانگشتی حدود ۱ لیتر (1 Quart) الکترولیت برآورد کنید. برای سلولهای صفحه رسوبی جوشی الکترولیت خیلی کمتری لازم خواهد بود. مقادیر دقیق را با سازنده باتری کنترل کنید.

هنگام پر کردن سلولهایی که صفحات آن در پی ریختن اتفاقی الکترولیت با آب مقطر پوشانده شده است ، ممکن است الکترولیت تجدید کننده با آب داخل صفحات رقیق شود، بطوریکه غلظت حاصل از مقدار توصیه شده کمتر گردد. در چنین مواردی ، تنظیم چگالی با استفاده از الکترولیت با چگالی نسبی ۱/۳۰۰ ضروری خواهد بود . این تنظیم باید زمانی انجام شود که سلول در حال اضافه شارژ شدن است بنحوی که قرائت چگالی هنگام تولید گاز که الکترولیت را مخلوط می کند، انجام شود. وقتی باتری تحت ولتاژ ثابت ۱/۶ تا ۱/۷ ولت بر سلول بمدت ۳۰ دقیقه شارژ شد، چگالی نسبی را کنترل کنید . سپس مقدار کل الکترولیت موجود در سلول را برآورد کنید. برای هر لیتر (1 Quart) الکترولیت، وجود ۲۰ در هزار اختلاف در چگالی نسبی ( ۰/۰۲۰ ) کمتر از مقدار لازم ، افزودن تقریباً ۶۰ میلی لیتر (2 fl oz) از الکترولیت ۱/۳۰۰ را طلب می کند. این مقدار الکترولیت ۱/۳۰۰ را بیافزائید ، سلول را بمدت ۳۰ دقیقه شارژ کنید و دوباره چگالی را کنترل کنید . این روش را تکرار کنید . تاچگالی صحیح بدست آید. اگر چگالی خیلی بالا باشد ، می توان آنرا با بیرون کشیدن قسمتی از الکترولیت از داخل سلول و جایگزین کردن آن با آب مقطر تصحیح نمود.

تمامی قرائت های چگالی که طی هر یک از روشهای نگهداری صورت گیرد، باید نسبت به دما تصحیح شود، اینکار بویژه در زمان تنظیم چگالی الکترولیت بسیار مهم است، زیرا باتری در حال شارژ بوده و امکان دارد گرم باشد. برای هر ۲/۲°c (۴°F) دمای الکترولیت بالاتر از ۲۶/۷°c (۸۰°F) برابر ۰/۰۰۱ به چگالی قرائت شده اضافه کنید و برای هر ۲/۲°c (۴°F) زیر ۲۶/۷°c (۸۰°F)، برابر ۰/۰۰۱ از چگالی قرائت شده کسر کنید . همینطور، هنگام قرائت چگالی ، میزان الکترولیت باید در ارتفاع صحیح بالاتر از سطح صفحات باشد. هیدرومتر را همیشه تماماً درون سلول قرار دهید بقسمی که نوک آن روی سر صفحات قرار گیرد . اینکار از کشیده شدن روغن معدنی به درون هیدرومتر جلوگیری خواهد کرد . در مورد باتریهای پاکتی ، که بصورت شناور بدون وقفه کار می کنند، چگالی را یکبار در سال کنترل کنید. در هنگام کار با روالی که هر نوع شارژ را شامل میشود ، چگالی باید هر ۶ ماه یکبار کنترل شود. غلظت الکترولیت با خارج شدن مقادیر کمی از هیدروکسید پتاسیم همراه با گازها و افشانه های طی شارژ ، کم میشود هنگامی که چگالی به کمتر از مقدار حداقل که توسط سازنده مشخص می شود افت کند (معمولاً در حدود ۱/۱۶۰) ، الکترولیت باید تجدید شود . ادامه بکار فراتر از این نقطه بسرعت عمر باتری را کاهش خواهد داد .

روش تجدید الکترولیت بصورت زیر است :

ابتدا مقدار لازم از الکترولیت تجدید شونده را خریداری یا تهیه کنید . سپس باتری را با آهنگ ۷ ساعت و ولتاژ ۰/۵ تا ۰/۸ ولت بر سلول دشارژ کنید . اینکار خطر شوکها یا آسیب های ناشی از اتصال کوتاه را کاهش خواهد داد . با قراردادن سلولها در سینی های چوبی ، اتصال دهنده های بین سلولها را باز کرده و سینی را به یکطرف کج کنید و تیغه ها را از کنار خارج کنید . هر سلول را بطور جداگانه بیرون کشیده وارونه کنید و کل الکترولیت آنرا خالی کنید. نگذارید سلول با هیچ جسم هادی که باعث اتصال کوتاه شود ، تماس پیدا کند. باتریهای سوار شده در سینی های فولادی یا پلاستیکی ، را به سادگی وارونه کرده به نحوی که تمام سلولها بطور همزمان خالی بشوند. الکترولیت برای آلومینیوم، مس ، روی و قلع مخرب است. سلولها را با آب یا الکترولیت آبکشی نکنید. اجازه ندهید هیچ سلولی بیش از ۳۰ دقیقه خالی بماند که در این صورت صفحات در معرض هوا آسیب خواهند دید. هر سلول را با آب یا الکترولیت تجدید کننده تا سطح حداکثر مجاز ( که در مورد بسیاری از طرحهای سلول، وسط فاصله بین سر صفحات و سر باتری است ) پر کنید . روپوش منفذ را شسته و بلافاصله در جایی خود قرار دهید.

سلول را ترجیحاً با استفاده از جریانی از بخار کم فشار تمیز کرده و بدنبال آن با هوای فشرده خشک کنید . در این مرحله بهتر است که جلد باتریها با رنگ مقاوم در برابر خوردگی دوباره رنگ آمیزی شوند ، سلولها را دوباره

omoorepeyman.ir

در سینی ها سوار کنید و پوششها را با وازلین یا گریس آغشته کنید . مطمئن شوید که اتصال دهنده های بین سلولی بطور مطمئن محکم شده اند . باتری را با آهنگ ۷ ساعت به مدت ۱۴ ساعت شارژ کنید . اینک باتری برای بازگشت بکار آماده است .

در مورد سلولها رسوبی جوشی معمولاً الکترولیت آزاد برای قرائت چگالی وجود ندارد . بنابراین قضاوت در مورد زمان تجدید الکترولیت براساس عملکرد الکتریکی صورت می گیرد . چنانچه سلول بطور قابل ملاحظه ای پر و خالی ، یا اضافه شارژ شده و یا مدت بیش از دو تا سه سال مورد استفاده قرار گرفته باشد و ظرفیت آن علی رغم نگهداری خوب و شارژ مناسب رو به کاهش باشد ، احتمالاً الکترولیت نیاز به تعویض دارد. در اینصورت بهمان روشی که در بالا تشریح شد الکترولیت را خالی و دور بریزید . الکترولیت را با محلولی با چگالی نسبی ۱/۳۰۰ جایگزین کنید . سلول دراین مرحله دشارژ خواهد بود. بنابراین آن را تنها تا سر صفحات پر کنید و سپس آنرا شارژ کنید. پس از شارژ کردن ، سطح الکترولیت را می توان تا به علامت حداکثر افزایش داد .

هیدروکسیدپتاسیم با دی اکسیدکربن موجود در هوا ترکیب شده و کربنات پتاسیم می دهد که وقتی غلظت آن در الکترولیت از چند درصد تجاوز کند ، ظرفیت باتری را کاهش می دهد . به چند روش می توان تشکیل کربنات پتاسیم را بحداقل رساند :

(۱) منافذ سلول را بیش از دفعات و بمدتی که مطلقاً لازم است باز نکنید (۲) اطمینان حاصل کنید که اجزاء منافذ و حلقه ها و واشرهای اطراف ترمینالهانسبت به پوسته سلول درزگیری خوبی ایجاد می کنند . (۳) بر روی الکترولیت قشری از روغن را حفظ کنید . (۴) اضافه شارژ بویژه اضافه شارژ با آهنگ بالا را بحداقل برسانید . این وضعیت باعث فعال شدن و بهم خوردن الکترولیت شده و لایه ای از کربنات در لبه زیرین پوسته سلول ایجاد می کند که پس از مدتی به درون الکترولیت می افتد (۵) عملیات الکتریکی و برنامه ریزی نگهداری را چنان کنترل کنید که دفعات تنظیم سطح الکترولیت بحداقل برسد . (۶) الکترولیت انبار شده را فقط در مخازنی که بطور محکم در بسته اند نگهداری کنید .

غلظت کربنات را می توان با تجزیه شیمیائی تعیین نمود . بیشتر سازندگان باتری اینگونه خدمات را ارائه میدهند . این خدمات توسط بسیاری از آزمایشگاههای تجارتی هم ارائه میشود .تصمیم در مورد اینکه چه موقع نسبت به انجام آزمایش اقدام شود بستگی به عملکرد باتری دارد . معمولاً انجام این آزمایش بیش از یکبار در هر دو سال لازم نخواهد بود . چنانچه باتری به انتهای عمر خود نزدیک شده ولی علی رغم شارژ مناسب و سطح و غلظت الکترولیت، نحوه کار آن کامل نیست ، باید به آلودگی با کربنات طنین شد و آزمایش را انجام داد . از طرف دیگر ، اگر در انتهای یک دوره ۲ ساله ، عملکرد باتری خوب باشد ، تجزیه را می توان به تعویق انداخت. هنگامی که غلظت کربنات در الکترولیت از نظر وزن به ۱۰ درصد رسید ، باید الکترولیت را تجدید کرد .

الکترولیت را می توان از بیشتر سازندگان باتری ، خواه بصورت کریستال خشک ، که باید برای غلظت مناسب توسط مصرف کننده بصورت محلول در آورده شود و خواه بصورت محلول ، با غلظت مشخص فراهم کرد . استفاده از کریستال خشک هزینه حمل را بطور قابل ملاحظه ای کاهش می دهد و سفارش محلولهائی با غلظتهای مختلف را غیر لازم می کند. لیکن انجام عملیات تهیه محلول را شامل می شود. محلولها را باید دریک ظرف شیشه ای ، چینی یا پلاستیکی بزرگ که کاملاً تمیز و بدور از آلودگی باشد، مخلوط نمود. کریستالهای الکترولیت را بایدبه سازنده باتری سفارش داد. ظرف حاوی این مواد معمولاً دستورالعملهای مخلوط کردن را همراه خود دارد . بعنوان یک قاعده کلی، برای تهیه محلول با چگالی ویژه ۱/۲۴۰ نیاز به ۰/۳۰۷ کیلوگرم هیدروکسیدپتاسیم در هر لیتر آب ( ۲/۵۶ پوند در هر گالن ) است و ۰/۲۷۹ کیلوگرم در لیتر ( ۲/۳۳ پوند در هر گالن ) محلولی با چگالی نسبی ۱/۲۲۰ را تولید خواهد کرد.

برخی مصرف کنندگان ممکن است ترجیح دهند تنها محلولی با یک غلظت یعنی غلیظ ترین محلول مورد نیاز را برای انبار کردن تهیه کنند و هنگام نیاز آنرا برای ایجاد غلظت ها دیگر رقیق نمایند. با شروع از محلول ۱/۳۰۰ و مخلوط کردن ۷ قسمت از این محلول با ۲ قسمت آب، الکترولیتی با چگالی نسبی ۱/۲۴۰ را ایجاد می کند. ۸ ۱/۲ قسمت از ۱/۳۰۰ و ۴ قسمت آب ، چگالی نسبی ۱/۲۲۰ را بوجود می آورد . همچنین میتوان ۱۰ قسمت از محلول

omoorepeyman.ir

۱/۲۴۰ و یک قسمت آب را مخلوط کرده و محلول با چگالی ویژه ۱/۲۰۰ را تولید نمود.

در هر یک از روشهای فوق هنگام کار با هیدروکسیدپتاسیم ، باید بخاطر داشت که این یک ماده شیمیائی خورنده است و به پوست و چشم صدمه وارد می کند . عینک ایمنی استاندارد ، ماسک صورت ، لباسهای لاستیکی باید برای انجام کار مورد توجه قرار داده شوند چنانچه الکترولیت بر روی پوست یا لباس ریخته یا پاشیده شود ، بلافاصله آنرا با مقداری زیاد آب شستشو دهید. در دسترس داشتن مقداری محلول اسید بوریک برای خنثی کردن الکترولیت ریخته شده عاقلانه است. اسید بوریک رقیق شده ، نوع داروئی ، می تواند برای شستن چشمهای مورد استفاده قرار گیرد. برای مراقبت در برابر جریانهای نشتی یا اتصال کوتاه بطریق زیر عمل کنید:

تحت هیچ شرایطی نگذارید سلولهای در محفظه فلزی با یکدیگر تماس پیدا کنند، حتی اگر هر دو ترمینال توسط حلقه های پلاستیکی از محفظه فولادی و پوسته باتری عایق شده باشند، جریان توسط الکترولیت از صفحات به محفظه و از آنجا از طریق تماس با محفظه سلولها به صفحات قطب مخالف هدایت شده و باتری را اتصال کوتاه خواهد کرد.

محفظه ها و سر باتریها را تمیز نگهدارید. فیلمهای نازک و مسیرهائی از کثافت ، رطوبت و افشانه الکترولیت نه تنها باعث هدایت جریان بین نقاطی با قطبهای مخالف شده و باعث خود دشارژی باتری می شود بلکه موجب خورده شدن محفظه ها و سرپوشهای فولادی خواهد شد. رطوبت و کربنات تشکیل شده بر روی پوسته باتری را تمیز کنید و سرپوش باتری را همواره با قشری از وازلین یا گریس بپوشانید. از ایجاد هر گونه آشغال در بین محفظه سلولها یا زیر آنها جلوگیری کنید تا پلی به زمین ایجاد نشود. یک عمل مفید قرار دادن کل باتری ، بطور دوره ای ، تحت جریانی از بخار کم فشار و بدنبال آن جریانی از هوا برای خشک کردن باتری است . هرگز سلولها یا سینی ها را روی همدیگر نچینید. سلولها را با الکترولیت بیش از اندازه پر نکنید تا در طی شارژ خطر سرریز شدن ایجاد نشود.

تمامی کابلهای را بدور از سرپیلها به سمت بالا عبور دهید و هرگز نگذارید که کابلها روی سر سلولها یا اتصال دهنده های میان سلولی تکیه کنند .

پس از نصب یا انجام تعمیر باتری مطمئن شوید که هیچگونه ابزار، پیچ یا محفظه فلزی دیگری در خانه باتری جا نمانده باشد. فقط از دماسنج الکلی استفاده کنید. جیوه یک هادی جریان برق است. چنانچه دما سنج جیوه ای بشکند و جیوه به داخل پیل و بین صفحات وارد شود اتصال کوتاه خطرناکی پدید می آید .

هنگام قرائت ولتاژ باتری ، ولتاژ احتمالی موجود بین هر ترمینال باتری با زمین را کنترل کنید . وجود چنین ولتاژی نشانه اتصال به زمین در نقطه ای از سیستم است .

دستگاههای اندازه گیری یا ابزارهائی که باعث ایجاد نشت ثابت جریان می شوند نباید بطور دائم بدوسر باتری متصل بمانند. بعنوان مثال ، چنانچه مصرف کننده مایل باشد که ولتمتری را بطور آماده متصل به باتری نگهدارد ، باید آنرا توسط یک کلید فشاری که در حالت عادی باز است ، بقسمی سیم کشی کند که ولتمتر تنها در هنگام فشار دادن کلید به باتری متصل شود .

مطمئن شوید که اتصالات محکم بوده و تماس الکتریکی خوبی ایجاد می کنند و درزگیری سرترمینالهاو منافذ برقرار است. تماس الکتریکی خوب در اتصالات ترمینالها از افت ولتاژ بیهوده ممانعت بعمل می آورد. این موضوع را می توان با قراردادن باتری در یک دشارژ با آهنگ بالا بمدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه کنترل کرد. اتصالات ناقص دارای مقاومت بوده و با لمس آنها گرما احساس خواهد شد . این اتصالات را پیاده کنید و نواحی تماس ستون های ترمینال، کنکتور و مهره ها را بکمک حلال یا ماده پاک کننده تمیز کنید و به آنها سنباده نرم یا پشم سیم فولادی بکشید.

اگر درزگیری اطراف ستونهای ترمینال و منافذ محکم باقی نمانند، هوا و ناخالصی ها می توانند داخل سلول شده و موجب تشکیل کربنات و فیلم الکترولیتی بیش از پیش روی پوسته باتری شوند. نشانه اینگونه نشتی ها، پوسته های کربنات است که در نواحی درزگیری بوجود می آید . در چنین مواردی مهره پائینی ستون ترمینال یا درپوش منفذ را محکم کنید . چنانچه گلندهای پلاستیکی درزگیر روی ستونهای ترمینال یا اجزاء درزگیر روی منافذ شکننده شده یا تغییر شکل داده اند ، باید آنها را تعویض کرد. در صورتیکه برای پیچاندن ترمینال یا اجزاء منفذ به وسایل خاصی نیاز باشد، آنها را از کارخانه سازنده تهیه کنید.

omoorepeyman.ir

## باتریهای نیکل - آهن

باتریهای انباره ای نیکل - آهن قلیائی بطور متداول در کارهای دوره ای مورد استفاده قرار می گیرند، هر چند که استفاده از آنها در کاربردهای تولید برق ایمنی و اضطراری نیز موفقیت آمیز بوده است .

تعداد سلولهای مورد احتیاج در یک باتری بوسیله نیازهای ولتاژ دستگاه مورد نظر نسبت به ولتاژ کار متوسط هر سلول تعیین می شود. تمام انواع و اندازه های سلولهای نیکل - آهن در هنگام دشارژ با آهنگ عادی دارای یک ولتاژ دشارژ متوسط ۱/۲ ولت برای هر سلول هستند. در بیشتر موارد تعداد سلولهای لازم برای یک کاربرد خاص را می توان براساس ۱/۲ ولت برای هر سلول محاسبه نمود . مثلاً یک کامیون صنعتی برقی که دارای یک موتور ۳۶ ولتی است باید یک باتری ۳۰ سلولی داشته باشد.

ظرفیت آمپر - ساعت سلولهای مورد نیاز در باتری از روی آهنگ جریان مصرفی دستگاه و مدت زمانی که باید برای هر بار شارژ کردن کار کند تعیین میگردد. این دوره زمانی در کاربردهای اصلی که در آنها باتری منبع تغذیه عادی دستگاه است ( کار دوره ای ) ، معمولاً مدت زمان کار منظم روزانه است ( در اکثر موارد، یک شیفت ۸ ساعتی). در کاربردهای اضطراری ، این مدت زمان ، معمولاً حداکثر زمان قطع برق منبع تغذیه اصلی میباشد .

پس از تعیین ظرفیت آمپر - ساعت مورد نیاز ، باید سلولی با ۲۰ درصد ظرفیت اضافی را انتخاب کرد . این ضریب اطمینان برای حوادث غیر مترقبه کافی به حساب آمده و این اطمینان را میدهد که ظرفیت باتری تا پایان عمر کاری عادی آن به قدر کافی باقی خواهد ماند.

در کاربردهای اضطراری ، نه تنها مناسب بودن ولتاژ و ظرفیت باتری برای تامین رضایت بخش بار طی قطع برق منبع تغذیه اصلی مهم است بلکه در اختیار داشتن برق فراوان برای شارژ مجدد باتری بدون تاخیر بی جهت به دنبال دوره دشارژ و نگهداری آن در یک وضعیت شارژ مطلوب نیز دارای اهمیت است. میزان توان مورد نیاز برای شارژ عمدتاً به این بستگی دارد که باتری در چه فواصل زمانی ، و چه مدت و با چه آهنگی دشارژ می شود .

چنانچه دشارژ بندرت و کوتاه مدت و با آهنگ کم اتفاق می افتد، توانی که برای شارژ دائم با جریان کم باشد اکتفا می کند. سیستمهای تولید برق اضطراری برای زنگهای اخبار و سایر دستگاههائی که مقادیر جریان کم و بندرت مصرف می کنند ، مثالهائی از این نوعند. از طرف دیگر، در مواقعی که دشارژ باتری مکرر یا طولانی مدت و بخصوص با آهنگ نسبتاً بالا باشد توان کافی برای شارژ باتری بطور متوسط با آهنگ کامل و عادی آن مورد نیاز خواهد بود، تا باتری در یک حالت شارژ بالای رضایت بخش نگهداشته شود.

### بهره برداری

ولتاژ مورد نیاز بسته به روشی که برای شارژ بکار گرفته میشود متفاوت بوده و از ۱/۵۰ تا ۱/۵۵ ولت بر سلول برای شارژ دائم با جریان کم و تا ۱/۸۴ ولت بر سلول یا بیشتر، برای شارژ با آهنگ عادی تا بالا می باشد. مقدار آمپر- ساعت مورد نیاز برای شارژ کامل باتری ، برابر است با مقدار آمپر - ساعت دشارژ شده قبلی، بعلاوه یک ضریب اضافه شارژ ، که مقدار میانگین آن تقریباً ۲۵ درصد است . شارژ کردن با یک مقدار میانگین و آهنگ عادی معمولاً بهترین نتایج کلی را داشته و همان است که عموماً توصیه میشود.

از نظر درجه بندی ، یک باتری دشارژ شده، باتری ای تعریف می شود که به میزان ۱ ولت بر سلول با آهنگ عادی دشارژ شده باشد. این ولتاژ معمولاً حد پائین محدوده ولتاژ مورد نیاز برای کار رضایت بخش دستگاهی است که باتری آنرا تغذیه می کند . لیکن چنانچه از توان باتری دریک ولتاژ کم نیز بتوان استفاده نمود ، متوقف کردن دشارژ دراین ولتاژ یا هر حد مشخص دیگری ضرورت ندارد. اینکار به باتری آسیبی نمی رساند . افزایش دما محدودیت اصلی برای آهنگ شارژ است. هرآهنگ شارژ تا زمانیکه منجر به دمای الکترولیت بیش از ۴۶°c (۱۱۵°F) نشود، ایمن خواهد بود.

شارژ تقویتی یا شارژ تکمیلی با آهنگ بالا در طول زمانهای کوتاه بلااستفاده بودن ، بعضی مواقع بعنوان یک اقدام اضطراری برای دستیابی به کاری بیشتر از میزان کار مفید یک باتری که بطور منظم کار دوره ای می کند، سودمند می باشد.

omoorepeyman.ir

تقویت منظم و مرتب نشانگر ناکافی بودن ظرفیت باتری برای کار است و توصیه نمی شود . اینکار ، جانشینی برای یک باتری که بطور صحیح بکار گرفته می شد تلقی نمی گردد. اطلاعات زیر بعنوان راهنمائی برای تعیین مقدار جریانی که باید در یک عمل تقویتی بکارگرفت ، سودمند است :

- پنج برابر آهنگ عادی بمدت ۵ دقیقه
- چهار برابر آهنگ عادی بمدت ۱۵ دقیقه
- سه برابر آهنگ عادی بمدت ۳۰ دقیقه
- دو برابر آهنگ عادی بمدت ۶۰ دقیقه

وقتی که باتری در حال شارژ تقویتی است ، قرائت دمای الکترولیت در نزدیکترین سلول به مرکز یا گرمترین قسمت و متوقف کردن شارژ درصورت افزایش دما به بیش از ۴۶°c (۱۱۵°F) مفید است. ایجاد هرگونه کف در محل منفذ برای پرکردن نیز نشانه آنست که شارژ تقویت کننده خیلی پیشرفت کرده و باید بلافاصله متوقف گردد. نیازی به شارژ فوری یک باتری دشارژ شده نیست . چنانچه شارژ باتری با تاخیر انجام شـــود، هیچ گونه واکنـــش زیان آوری رخ نخواهد داد.

## شارژ باتریهائی که دوره ای کار می کنند:

منابع تغذیه جریان مستقیم که برای شارژ باتریهای دوره ای بکار می روند ممکن است موارد زیر باشند:

- خطوط تغذیه جریان مستقیم
- موتور ژنراتورهایی که نیروی محرک آنها جریان مستقیم یا جریان متناوب است .
- یکسو کننده هائی که نیروی اولیه آنها جریان متناوب است .

برای اطمینان از حداکثر خنک شدگی باتری را هنگام شارژ در معرض جریان هوای آزاد قرار دهید. چنانچه باتری در هر نوع محفظه مانند جعبه باتری یک کامیون صنعتی یا لوکوموتیو شارژ شود ، در پوشهای محفظه را باز کنید.

## شارژ باتریهای برق یدکی

در دماهای عادی ، ولتاژ شارژ دائم با جریان کم ، معمولاً بین ۱/۵۰ و ۱/۵۵ ولت بر سلول قرار دارد و برای شارژ با پتانسیل ثابت با یک آهنگ تقریباً عادی ۱/۷۰ تا ۱/۷۲ ولت است .

اما این مقادیر دقیق نبوده و با عمر باتری ، چگالی نسبی الکترولیت ، دما و سایر شرایط تغییر می کنند. بنابراین با بخاطر داشتن این مطلب لازم است که ولتاژ را براساس قرائت آمپرمتر و نه قرائت ولتمتر تنظیم نمود . لیکن استفاده از ولتمتر برای تعیین زمان شارژ کامل باتری سودمند میباشد. ثابت شدن ولتاژ در سرباتریها بمدت ۱/۲ ساعت ، در حالیکه جریان با آهنگی ثابت از باتری عبور می کند ، نشانه قابل اعتمادی از شارژ کامل باتری است.

برای هر آهنگ شارژ مشخص ، ولتاژ لازم در ترمینالهای باتری با دمای الکترولیت تغییر می کند . بنابراین ، باتریهائی که در معرض تغییرات فصلی قرار دارند در زمستان به ولتاژهای بالاتری نسبت به تابستان نیاز خواهند داشت.

توجه به این مطلب مهم است که مقادیر بکار رفته برای شارژ دایم با جریان کم ، منجر به اضافه شارژ شود تا کم شارژی. رسیدن به مقدار شارژی که دقیقاً میزان وروی مورد نیاز را ایجاد کند، در عمل تقریباً غیرممکن است بویژه آنکه خروجی روز به روز به تغییر می کند. بمنظور حفظ قابلیت اطمینان به عملکرد ، بویژه از آنجا که هر گونه اضافه شارژی که در آهنگهای شارژ دائم با جریان کم ناشی شود، مضر نیست، بهترین روش استفاده از آهنگهای شارژی است که حداکثر نیاز را تامین می کند، نه نیازهای متوسط یا حداقل را. چنانچه موردی پیش آید که درآن یک باتری تحت شارژ دائم با جریان کم دستخوش یک دشارژ طولانی شود، ولتاژ با آهنگ بالاتر را انتخاب کنید تا تثبیت ولتاژ که نشاندهنده شارژ کامل باتری است، رخ بدهد.

برای باتریهائی که هر روز مقدار زیادی توان عرضه می کنند و بهمان نسبت ورودی بیشتری لازم دارند، بهترین ولتاژ انتخاب شده ، ولتاژی است که به بالاترین آهنگ میانگین در طول شارژ منجر شود و پس از شارژ کامل باتری با

omoorepeyman.ir

آهنگهائی که بیش از حد مجاز نیستند مطابقت کند. یعنی آهنگهایی که دمای الکترولیت را به بیش از $46^{\circ}c$ $(115^{\circ}F)$ افزایش ندهد. تا زمانیکه این آهنگها بیش از حد نباشند ، مطلوب انتخاب ولتاژی است که نتیجه آن بطور متوسط به میزان کمی به اضافه شارژی منجر شود تا به کم شارژی .

## آبیاری

در طول کار باتری ، آب الکترولیت بطور عمده بر اثر تولید گاز در حین شارژ تلف می شود . این اتلاف را باید با افزودن آب مقطر یا آب تائید شده مطابق با توصیه ها و سطوح حداقلی که توسط سازنده اعلام میشود جبران کرد . ( هشدار : الکترولیت نیفرائید زیرا چگالی نسبی محلول را افزایش خواهد داد ، چنانچه چگالی نسبی در سلولهای استاندارد از ۱/۲۳۰ و در سلولهای بلند و پهن از ۱/۲۱۵ تجاوز کند ، باتری ممکن است آسیب ببیند).

بهترین زمان برای افزودن آب در باتریهای دوره ای درست پیش از شارژ کردن است زیرا تولید گاز حین شارژ محلول را مخلوط خواهد کرد ، هرگز در طول شارژ یا بلافاصله پس از اتمام شارژ آب اضافه نکنید . این کار سبب می شود که از خواندن نادرست سطح محلول که در اثر تولید گاز در هنگام شارژ و بلافاصله بعد از آن ایجاد میشود، اجتناب گردد. در غیر اینصورت افزودن مقدار صحیح آب تقریباً غیر ممکن میشود.

## نگهداری

***وارد کردن باتریهای نو به سرویس*** - همیشه ، بلافاصله پس از دریافت باتری بسته بندی آنرا بازکرده و آن را بازرسی کنید تا در صورت آسیب دیدگی ، بموقع ادعای خسارت به شرکت حمل و نقل تسلیم شود. ارتفاع الکترولیت را از نظر ریخته شدن آن به بیرون کنترل کنید، چنانچه الکترولیت ازسطح توصیه شده پائین تر اما از سر صفحه ها بالاتر است، یا اینکه توسط چراغ قوه قابل رویت است، سطح الکترولیت را با افزودن آب مقطر به سطح توصیه شده برسانید.

اگر سطح الکترولیت آنقدر پائین است که قابل رویت نیست آنرا با افزودن محلول برای پرکردن دوباره ، بسطح توصیه شده برسانید.

باتریها بصورت شارژ شده ارسال می شوند مگر آنکه بگونه ای دیگر سفارش داده شده باشند. بنابراین ، می توان بلافاصله پس از دریافت آنها را بکار گرفت. در مواردی که باتری شارژ شده بمدت یک هفته یا یک ماه بلااستفاده ماند آنرا قبل از استفاده مجدد، بمدت ۲ تا ۳ ساعت با آهنگی که میانگین آهنگ عادی آن است شارژ کنید. اگر قصد دارید باتری را بمدت بیش از یک ماه بلااستفاده نگهدارید، آنرا به صورت دشارژ سفارش کنید و در همان وضعیت نگهدارید . سپس هنگامی که خواستید باتری را بکار گیرید آنرا با آهنگ عادی یک شارژ ۱۵ ساعتی بدهید . یک باتری شارژ شده یا نیم شارژ که بمدت بیش از یکماه بلااستفاده مانده باشد احتمالاً تنبل خواهد شد . قبل از بکارگیری چنین باتری ، آنرا با آهنگ عادی بمدت ۱۵ ساعت شارژ کرده و سپس با آهنگی عادی تا حد متوسط ۱ ولت بر سلول دشارژ کنید، چنانچه این باتری آهنگ عادی خود را برای حداقل ۵ ساعت قبل از آنکه به ۱ ولت بر سلول برسد، تحویل ندهد، ممکن است به شارژ و دشارژ دوره ای بیشتری نیاز داشته باشد.

در مورد باتریهای سوار شده درچهارچوب ها یا جعبه های پیاده شونده، اتصالات سلول به سلول از پیش برقرار میباشند. لذا چیزی که برای تکمیل سوار کردن باتری لازم میباشد وصل کردن جامپرهای سینی به سینی است .اگر باتری فقط در سینی سوار شده باشد و از بیش از یک سینی تشکیل یابد ، ابتدا سینی ها را طوری بچینید که از قطب بندی صحیح آنها اطمینان حاصل شود. سپس جامپرها را سرجای خود قرار دهید . جامپرها و ابزارهای لازم (آچار مهره و ستون قطب و وسیله کشیدن بست)، معمولاً با هر محموله ای ارسال میگردد.

بستهای دو سر جامپرها دارای شیب داخلی میباشند که با شیب روی ستون قطبهای سلول ، مطابقت دارند. از تمیز بودن این سطوح تماس اطمینان حاصل کنید. هر گونه روغن ، گریس و کثافت چسبیده به آنها را با استفاده از یک پارچه تمیز پاک کنید . اگر استفاده از سنباده لازم باشد از کاغذ سنباده 00 یا پارچه سنباده 00 استفاده نمائید. هرگز از سوهان یا هر ابزار برنده دیگر استفاده نکنید زیرا ممکن است سطوح تماس را خراشیده یا خط خطی کند. سپس

omoorepeyman.ir

جامپرها را در جای خود قرار دهید. چنانچه بستها کاملاً روی ستون قطبها جا نمی افتد ، جامپرها را آنقدر خم کنید که جا بیفتد، هرگز بر روی آنها چکش نزنید و یا روی آنها فشار وارد نکنید . پس از قرار دادن بستها در جای خود اندکی گریس روی رزوه های بست قطبها مالیده و سپس مهره های شش گوش را محکم کنید .

پس از تکمیل اتصالات می توانید با شارژ یا دشارژ کردن باتری با آهنگ عادی آن بمدت ۱۵ یا ۲۰ دقیقه، محکم بودن این اتصالات را کنترل کنید . هر گونه شل یا کثیف بودن اتصالات باعث گرم شدن بیش از حد بستهای جامپرها مـی شود که بـه آسانی با دست محسوس خواهد بود . ( هشدار : پیش از لمس بستهای جامپرها یا اتصال دهنده ها ، باتری را از مدار شارژ کننده جدا نمائید ).

در اینصورت تمام این گونه جامپرها را باز کرده و سطوح تماس بستهاو قطبها را تمیز کنید و مجدداً ببندید. محکم بودن بستهای اتصال دهنده را بهمان ترتیب کنترل کنید . باز و بسته کردن اتصال دهنده ها بهمان ترتیب جامپرهاست . با تمیز و محکم کردن تمام اتصالات از افت ولتاژ غیر لازم در مدار باتری اجتناب خواهید نمود .

***تمیز کردن*** - تمیز نگاه داشتن یک باتری نه تنها به نگهداری خوب مربوط میشود بلکه تضمینی است برای عملکرد خوب و طول عمر بیشتر. با تمیز نگهداشتن سرپوش سلولها و اتصال دهنده ها ، خطر وارد شدن ناخالصی ها بدرون سلولها را در هنگام باز کردن در باتری برای افزودن آب کاهش می دهید . با جلوگیری از انباشته شدن کثافات در زیر یا بین سلولها امکان تماس با زمین ، بویژه هنگامیکه باتری در معرض رطوبت قرار دارد ، را کم می کنید. بهترین زمان تمیز کردن باتریهائی که در چهارچوب ها یا جعبه های پیاد، شونده سوار شده اند، هنگامی است که در جای خود مستقر میباشند، بطوریکه کثافت می تواند از ته به بیرون رانده شود. از یک جت بخار خیس و بدنبال آن یک جریان هوا برای پراکندن رطوبت انباشته شده استفاده کنید . ابتدا سرپوش سلولها اتصال دهنده ها را پاک نمایند و سپس هر گونه کثافتی را که بین سلولها گیر کرده است، با فشار هوا بیرون کنید. از بسته بودن همه در باتریها اطمینان حاصل کنید، تا هیچ کثافتی نتواند وارد سلولها بشود . هنگام استفاده از جت بخار و جریان هوای فشرده از عینک ایمنی استفاده کنید.

باتریهائی که فقط در سینی ها سوار می شوند را می توان با پاک کردن سرپوش سلولها ، اتصال دهنده ها و جامپرها تمیز کرد . به این ترتیب ، می توانید از افتادن کثافات در فضای بین سلولها جلوگیری بعمل آورید. لیکن در صورت مشاهده شروع انباشته شدن کثافت در بین سلولها ، سینی ها را به نزدیکی یک کفشوی یا محل مناسب دیگر منتقل کرده و، بطریقی که قبلاً تشریح شد، آنها را بوسیله بخار خیس یا آب گرم و بدنبال آن با جریان هوا تمیز کنید. پیش از سوار کردن مجدد سلولها و سینی ها از خشک بودن آنها اطمینان حاصل کنید . همینطور مطمئن شوید که سطح تمـاس ترمینـالهای سـلولها و بستهای جامپرهاتمیز بوده و همه اتصال دهنده ها قطبیت صحیح دارند و محکم بسته شده اند.

سلولها را از نظر لزوم هر گونه رسیدگی ، مورد بازرسی قرار دهید. مطمئن شوید که در باتریها ، بندهای لولائی و فنرهای درپوش ها با هم در یک ردیف و منظم می باشند. تا از عملکرد آزاد و استقرار صحیح سوپاپها اطمینان حاصل شود . برای جلوگیری از آلوده شدن الکترولیت مراقبت از سوپاپها بگونه ایکه در جای خود درست قرار گرفته باشند تا در باتریها را درحالت عادی بسته نگهدارند، بهمان اندازه مهم است.

در پوشهای گلندهای هر سلولی را که در اطراف مجموعه جعبه پرکن آن وجود نشتی را نشان میدهند، محکم کنید. از آچار مخصوص اینکار استفاده کنید و مواظب باشید که آسیبی به درپوشهای گلندها نرسد.

***استفاده دورای (CYCLING)*** - یک باتری که از آن بطور مرتب استفاده نشود یا تنها بطور متناوب مورد استفاده قرار گیرد، رفته رفته تبل شده و توانی را بمراتب کمتر از آنچه که قادر است ، تحویل خواهد داد . اینحالت را می توان بکمک استفاده دوره ای بصورت زیر تصحیح کرد :

۱- در صورتیکه باتری قبلاً شارژ نشده است آنرا شارژ کنید .

۲- باتری را از طریق مقاومتی متغیر برای حفظ آهنگ دشارژ در مقداری عادی، تا آنجا دشارژ کنید که پتانسیل آن تا ۰/۵ ولت برای هر سلول ( ۱۵ ولت برای یک باتری ۳۰ سلولی ) افت کند .

۳- هر سینی را اتصال کوتاه کنید و بگذارید گرمای حاصل تلف شده و الکترولیت، تا جائی که دمای آن از دمای

omoorepeyman.ir

اتاق ۳°c (۵°F) بالاتر نباشد ، سرد شود.

۴- در صورت لزوم الکترولیت را با افزودن آب به سطح توصیه شده برسانید و باتری را با آهنگ عادی بمدت ۱۵ ساعت شارژ کنید .

۵- باتری ر ا با آهنگ عادی دشارژ کنید و طول زمانی را که پتانسیل باتری به ۱ ولت برای هر سلول افت کند، یادداشت نمائید.

دمای الکترولیت را بجز در زمان اتصال کوتاه کردن باتری زیر ۴۶°c(۱۱۵°F) نگهدارید. ولتاژ را تنها زمانیکه جریان با آهنگ عادی عبور می کند، قرائت کنید . معمولاً یک دوره بصورت فوق کافی است ، گرچه در صورتیکه باتری هنوز بکار تنبل باشد می توان یکبار دو دوره دیگر برای بهبود بیشتر آن انجام داد .

یک دشارژ با آهنگ عادی بمدت ۵ ساعت قبل از رسیدن به ۱ ولت برای هر سلول ، نشانگر ظرفیت نامی کامل است . چنانچه ظرفیت کمتری مشاهده شود به دشارژ ادامه دهید و سپس مراحل ۲ و ۳ و ۴ را تکرار کنید.

***کنار گذاشتن (باتری برای مدتی)*** - در مواردیکه باتری بمدت یکماه یا بیشتر کنار گذاشته شود ، آنرا به ترتیبی که در بخش ،استفاده دوره ای، بندهای ۱ و ۲ تشریح شده است دشارژ و اتصال کوتاه کنید . ارتفاع محلول الکترولیت را کنترل کنید و درصورت لزوم با اضافه کردن آب آنرا به سطح صحیح خود برسانید. سپس باتری را دریک جای تمیز و خشک انبار کنید. باتریهای بلااستفاده را می توان تحت این شرایط بمدت نامحدودی بدون وارد آمدن آسیب ، نگاه داشت. زمانی که باتری به خدمت مجدد برگردانده شود آنرا با آهنگ عادی بمدت ۱۵ ساعت شارژ کنید . اگر باتری بمدت یکسال یا بیشتر کنار گذاشته شده باشد، بدنبال این شارژ کردن، باتری را با آهنگ عادی تا مقدار متوسط ۱ ولت برای هر سلول دشارژ کنید . سپس عملیات بندهای ۱ ، ۲ ، ۳ و ۴ را از بخش ، استفاده دوره ای ، دنبال کنید.

همچنین سلولها را برای هر گونه رسیدگی لازم طبق شرح بخش ، تمیز کردن ، بازبینی کنید .

***تعویض الکترولیت*** - وقتی باتری ، نو و کاملاً شارژ شده باشد چگالی نسبی الکترولیت ، در صورتیکه کاملاً مخلوط شده و در سطح توصیه شده باشد، تقریباً ۱/۲۰۰ در ۱۵/۵°c (۶۰°F)است . در طول استفاده از باتری الکترولیت بتدریج ضعیف می شود و چنانچه چگالی نسبی آن بمقداری بین ۱/۱۶۰ و ۱/۱۷۰ افت کرد باید آنرا تعویض نمود .

باتری ای را که چگالی نسبی الکترولیت آن کمتر از ۱/۱۶۰ است بکار نبرید( هشدار : سعی نکنید با افزودن محلول، چگالی ویژه ضعیف شده الکترولیت را بالا ببرید).

برای امتحان چگالی ویژه الکترولیت از یک هیدورمتر استفاده کنید . قرائت را تنها زمانی انجام دهید که الکترولیت در اثر شارژ شدن کاملاً مخلوط شده باشد و نیم ساعت یا بیشتر پس از تکمیل شارژ منتظر بمانید تا گازها پخش شوند. با استفاده از یک دما سنج و یک لوله آزمایش ، دما و ارتفاع الکترولیت را کنترل کرده و هرگونه انحراف از ۱۵/۵°c(۶۰°F) و سطح توصیه شده را تصحیح کنید.

برای تعویض محلول بصورت زیر عمل کنید :

۱- باتری را بطوریکه در عملیات شماره ۲ و ۳ بخش ،استفاده دوره ای ، تشریح شده است ، اتصال کوتاه و سردکنید .

۲- محلول کهنه باتری را خالی کنید .

۳- باتری را بلافاصله با محلول تجدید (کردن) استاندارد پر نمائید .

۴- باتری را با آهنگ عادی بمدت ۱۵ ساعت شارژ کنید .

برای تسهیل در خالی کردن محلول کهنه ، جامپرها را باز کنید . بطوریکه بتوانید خالی کردن محلول را سینی به سینی انجام دهید .از پاشیده شدن الکترولیت احتراز کنید . باتری را تکان ندهید یا آنرا آبکشی نکنید ، فقط سینی را کج کنید تا محلول کهنه خارج شود . الکترولیت برای چوب ، برنج ، مس ، سرب ، آلومینیوم و روی زیان آور است. از قطعات کوتاه ۲ در ۴ یا الوارهای مشابه می توان برای کج نگاهداشتن سینی ها استفاده نمود .

همواره بخاطر داشته باشید که محلول الکترولیت برای پوست و لباس مضر است . از اینرو ، برای احتیاط دستکش های لاستیکی و عینک ایمنی و نیز ترجیحاً یک پیش بند لاستیکی بپوشید ، چنانچه علی رغم این احتیاطها ،

omoorepeyman.ir

محلولی روی پوست یا لباس پاشیده یا ریخته شود بلافاصله آنرا با آب فراوان بشوئید . بعنوان احتیاط بیشتر ، بهتر است محلولی از اسید بوریک استریل ۴ درصد و یک چشم شوییه برای مداوای اضافی پوست یا چشم در دسترس نگهدارید.
در عین حال ، ظرف محلول تجدید (کردن) استاندارد را در جائی قرار دهید که بلافاصله بتوانید باتری را پر کنید. سلولها را بدون محلول نگذارید . ظرفها ممکن است درسطحی بالا قرار گرفته باشندو محلول از طریق یک شیلنگ بدرون سلولها ریخته شود یا اینکه برای سلولهای کوچک و ظرفهای کوچک ، محلول را می توان بطور مستقیم از طریق یک قیف در سلول ریخت.

***جایگزین کردن الکترولیت ریخته شده*** - باتری ای که در اثر حادثه واژگون شده باشد بدلیل ساختمان فولادی سلول، بندرت آسیب می بنید . لیکن ممکن است الکترولیت از سلولها بیرون بریزد. برای جایگزین کردن الکترولیت ریخته شده از محلول استاندارد مخصوص پر کردن دوباره استفاده کنید. محلولهای تجدید کننده استاندارد را در صورتیکه چگالی آن با افزودن آب تا ۱/۲۱۵ در $15/5^{\circ}c$ ($60^{\circ}F$) رقیق شده باشد در موارد اضطراری می توان بکار برد. یک راه ساده برای انجام اینکار مخلوط کردن یک واحد حجمی آب با ۵ واحد حجمی محلول تجدید کننده است.

چنانچه محلول الکترولیتی در اختیارتان نباشد ، بهترین اقدام، بسته به اینکه چه مقدار محلول خارج شده باشد. اگر محلول باقیمانده در سلولها هنوز بالای سر صفحه هاست یا اینکه پس از قرار دادن باتری، به حالت اولیه می توان محلول را بکمک یک چراغ قوه مشاهده کرد ، در اینصورت فقط آب اضافه نموده و باتری را در سرویس باقی گذارید. چنانچه محلول باقیمانده در سلول بقدری کم است که با چراغ قوه دیده نمی شود ، باتری را از سرویس خارج کنید . مطمئن شوید که تمام در باتریها را بسته اید و تا زمانی که بتوانید محلول مخصوص پرکردن دوباره باتری را تهیه نمائید، منتظر شوید.

omoorepeyman.ir

# بخش هفتم - نگهداری تجهیزات الکتریکی

فصل چهارم:

# روشنایی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

# بخش هفتم - نگهداری تجهیزات الکتریکی

## فصل چهارم - روشنایی (ILLUMINATION)

هـدف از نگهـداری سیستمهای روشنایی، حداقل نگهداشتن اتلاف نور و تامین حداکثر میزان نور به گونه ای حتی الامکان اقتصادی تر است. این امر را هم میتوان بطور موردی و هم میتوان بر طبق یک طرح زمانبندی شده دقیق انجام داد.

انباشتگی کثافات و گردوخاک، کهنگی لامپ، قطعی برق لامپ، کم بهره بودن چراغ، لامپهایی که زیر ولتاژ نامی کار میکنند وضرائب انعکاس پایین سقف، دیوارهای جانبی، کف وسطوح ماشینها یا اسباب واثاثیه باعث اتلاف نورمیشود. اینهاعواملی چند هستند که وقتی یک مهندس نگهداری، برنامه ای را برای نگهداری تاسیسات روشنایی موجود طرح ریزی میکند یا وقتی یک مهندس روشنایی، سیستم روشنایی جدیدی را طراحی میکند، باید آنها را مورد توجه قرار دهد.

### در مصرف انرژی الکتریکی در سیستمهای روشنایی صرفه جویی کنید

در سال ۱۹۷۳، ایالات متحده خود را با یک کمبود بحرانی انرژی مواجه دید که از کمبود مواد نفتی نشأت میگرفت. در نتیجه این کمبود ، یک تمایل ملی برای صرفه جویی در تمام اشکال انرژی پدیدار گشت. این تمایل ، توجه عمومی را به استفاده معقولانه از تمامی سوختهای فسیلی مانند زغال سنگ، گاز و مواد نفتی معطوف داشت. از آنجا که برخی از شرکتهای تولید نیرو ، برای تولید برق (انرژی الکتریکی) از مواد نفتی استفاده کرده و تمامی سیستمهای روشنایی نیز از انرژی الکتریکی استفاده میکنند. از مصرف کنندگان روشنایی خواسته شد که به منظور صرفه جویی در انرژی، مصرف روشنایی را تقلیل بدهند. بدین ترتیب ، هر چند که قریب ۸۵ درصد برق از منابعی غیرنفتی از قبیل زغال سنگ، گاز، آب (هیدرو)، سوختهای هسته ای و غیره تامین میشود، روشنایی الکتریکی ، به جهت آنکه عینی ترین کاربرد برق است، سهم بیش از سهم نسبی خود را در صرفه جویی انرژی ادا کرد.

انتظار میرود که ایالات متحده و نیز بسیاری از کشورها در سراسر جهان تا دو دهه و شاید حتی بیشتر با کمبود انرژی مواجه باشند. بنابراین صنعت روشنایی که مصرف کنندگان سیستمهای روشنایی را هم شامل است، باید با مصرف آگاهانهٔ انرژی سهم خود را در صرفه جویی انرژی ادا کند. برای این کار باید : **(۱)** از مصرف انرژی بیشتر از نیاز اجتناب نماید، چرا که اسراف است و **(۲)** از مصرف انرژی کمتر از نیاز اجتناب نماید ، چرا که دید موثر را به مخاطره می اندازد. شدتهای روشنایی توصیه شده که توسط انستیتوی استانداردهای ملی آمریکا (ANSI) و انجمن مهندسی روشنایی (IES) فهرست گردیده است شدتهای روشنایی در حال کار را نمایش میدهند که لازم است برای انجام موثر کارهای مختلف بینایی در صنعت و تجارت برقرار شود. دانشمندانی که در مبحث نور و دید تحقیق میکنند، میزان روشنایی مورد نیاز برای کارهای مختلف را طی تاریخ تحقیقات خود بر روی کمیت و کیفیت نور در آزمایشگاههای دانشگاهی تعیین کرده و مهندسین طراحی روشنایی، مهندسین کارخانه های صنعتی و سایرین تحقیقات مزبور را طی سالها آزمایش و تجربیات عملی تایید کرده اند.

روشی که امروزه برای روشنائی توصیه میشود، تامین شدتهای روشنائی توصیه شده توسط IES,ANSI بر روی سطح کارهای بینائی و در صورت امکان ، تقلیل شدتهای روشنائی به یک روشنایی کاملاً معمولی برای سایر اماکن از قبیل راهروها، انبارها و کریدورها است. این کار ممکن است در مواردی، نورپردازی موضعی روی برخی کارهای «دیدنی» یا خطوط مونتاژ و سایر کاربردهای مشابه را ایجاب کند . در هرصورت هر طرح روشنائی مسایل مخصوص به خود را عرضه کرده و باید راه حلها متناسب با آنها انتخاب شوند.

omoorepeyman.ir

بدنبال کمبود سوخت درسال ۱۹۷۳ و بطور کلی بدلیل بالا رفتن هزینه ها، شرکت های تولید نیرو مجبور بودند برای آنکه از عهده هزینه های رو به رشد برآیند، نرخ انرژی الکتریکی را بطور قابل ملاحظه ای بالا ببرند. از اینرو نیاز به صرفه جوئی در انرژی منشاء دیگری هم دارد بنظر میرسد که هزینه رو به تزاید انرژی الکتریکی بطور قطع به نحو قابل توجهی بر شدت روشنائی و نوع سیستم های روشنائی که باید در کارخانجات صنعتی و مناطق تولید در سراسر کشور نصب شوند، تاثیر گذاشته است.

آنچه که برای صنایع آمریکا اهمیت اساسی دارد، مسئله تولید است . درحال حاضر، مسئله بزرگ آنست که صنایع نه تنها در داخل کشور، بلکه در عرصه جهانی با یکدیگر در رقابتند و تولید در کشورهای خارجی با گامهایی تندتر از آمریکا رشد میکند . بعنوان مثال ، در دهه گذشته، رشد تولید سالانه درکشورهای خارجی درحدود ۶/۶ الی ۱۱/۰ درصد بوده ، در حالیکه رشد متوسط تولید سالانه در آمریکا ۲/۳ بوده است .

روشنائی صحیح میتواند این وضعیت را سامان داده و تولید نفر - ساعت آمریکا را افزایش دهد. وقتی که یک کارخانه صنعتی سیستم روشنائی بهتری را خواه برای کارگاهی جدید و خواه برای کارگاهی موجود نصب میکند، محیط کار مناسبتر ودلگشاتری را برای کارکنانش فراهم میآورد واین کار منافع بسیاری را بدنبال می آورد. یک سیستم روشنائی جدید وخوب باعث افزایش تولید، کم شدن وازدگیها، کمترشدن اشتباهات رویتی و بهتر شدن روحیه کارکنان، کمتر شدن حوادث، پاکیزه شدن محیط وغیره میشود. بنابراین، بدیهی است که روشنائی خوب تاثیر مثبتی برتولید میگذارد. بعلاوه، نیازبه انرژی الکتریکی برای بالابردن تولید به همان اندازه یاحتی بیشتر از صرفه جوئی درسیستمهای روشنائی اهمیت دارد. لذا ، جا دارد که مابین لزوم تامین انرژی الکتریکی برای روشنائی و سایر مصارف ، بده بستانهائی بعمل آید.

**جدول ۱-۴** توصیه های جامعه مهندسی روشنائی (IES) برای استفاده بهتر از انرژی نوری

---

۱- *روشنائی را مناسب فعالیت مورد نظر طراحی کنید.* روشنائی را برای کارهای دیدنی به گونه ای طراحی کنید که در نواحی اطراف که کاری در آنجا صورت نمی گیرد، نور کمتر باشد. در مواردی که مکانهای کار، ثابت و مشخص باشند ، روشنائی را باید مطابق آن طراحی نمود.

۲- *در طراحی از چراغها و پنجره بندی موثرتری استفاده کنید.* از تحلیل سیستمهایی بر مبنای طول عمر استفاده کنید. چراغهائی که توان برابر مصرف کرده و شدت روشنائی برابری هم تولید می کنند ممکن است قابلیت دید یکسانی را درکارهای بینائی ایجاد نکنند.

۳- *ازمنابع نور با بهره بالا استفاده کنید (خروجی لومن بروات بیشتر).* در طرح کلی ، اهمیت اصلی را باید به منابع نور با بهره بیشتر مانند لامپهای فلورسنت و لامپهای تخلیه با شدت زیاد (HID) داد .

۴- *از چراغهای با بهره بالاتر استفاده کنید.* در انتخاب چراغ باید سهولت پاکسازی و تعویض لامپهای آن و همینطور عواملی مانند خیرگی یا چشم زدگی انعکاسی ( REFLECTED GLARE ) را مورد توجه قرار داد.

۵- *از چراغهائی که با دما کنترل میشوند ، استفاده کنید.* نتیجه استفاده توام از سیستم های روشنائی و تهویه مطبوع کم شدن بار گرمایشی - سرمایشی برای اتاق خواهد بود .

۶- *برای سقف ، دیوارها، کف ، لوازم و اثاثیه از رنگ های روشن استفاده کنید.* رنگهای تیره نور قابل استفاده را جذب میکنند در صورتیکه رنگهای روشن بهره نوری کل را افزایش میدهند .

۷- *از لامپ های التهابی با بهره بیشتر استفاده کنید.* بهره لامپ های معمولی رشته ای پروات از لامپهای کم وات بیشتر است .

۸- *لامپهای غیر ضروری را خاموش کنید.*

۹- *درخشندگی پنجره ها را کنترل کنید.* با استفاده از اجزایی مانند پرده کرکره جهت نور موجود را برای پخش داخلی بهتر تنظیم نمائید.

۱۰- *حتی الامکان از نور روز استفاده کنید.* تا جایی که عملی است پنجره ها را برای استفاده از نور روز بکار گیرید تا به تنهائی یا همراه با روشنائی الکتریکی ، نور لازم را تولید کنند.

۱۱- *تجهیزات روشنائی را تمیز و در شرایط کاری مناسب نگهداری نمائید.* برنامه صحیح سرویس روشنائی، اتلاف حین کار را به حداقل رسانده و تعداد چراغهای مورد نیاز را کاهش خواهد داد .

۱۲- *دستورالعملهائی را تهیه و در مکانهای مناسب نصب کنید و در آنها نحوه کار و نگهداری سیستم های روشنائی را ذکر کنید.* استفاده موثر سیستم های روشنائی از انرژی مصرفی ، در وهله نخست ، بوسیله روشهایی مشخص میشود که در مورد کار و نگهداری آنها مقرر میگردد.

---

omoorepeyman.ir

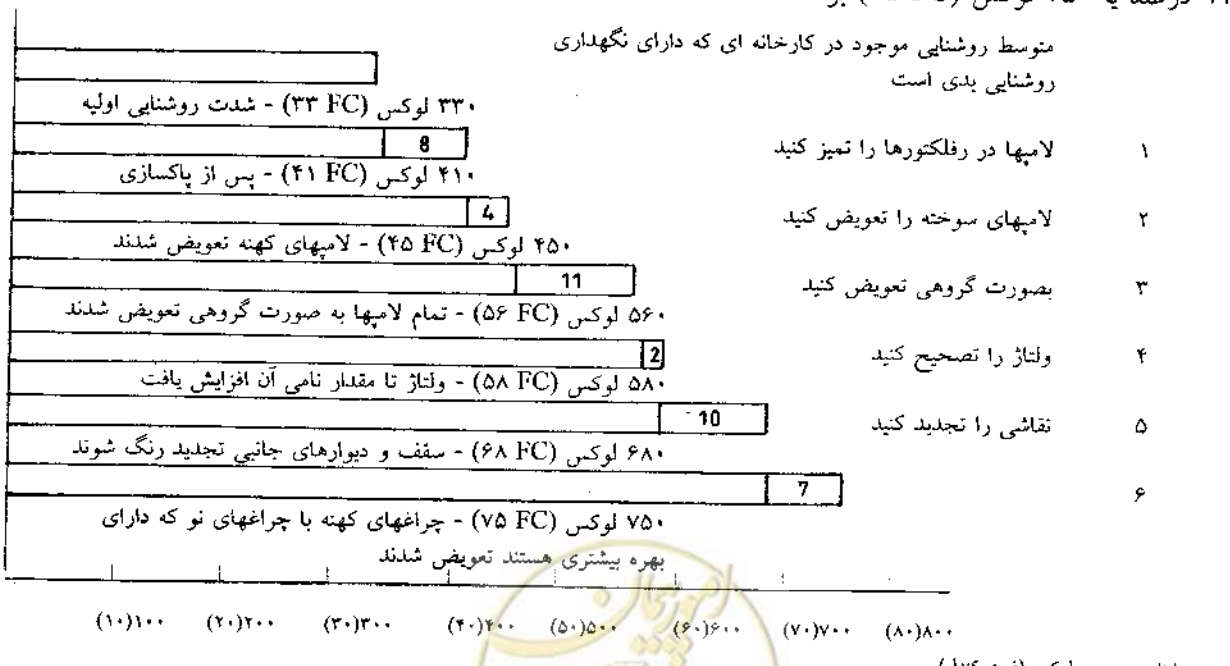
درسال ۱۹۷۲انجمن مهندسی روشنائی برای بهینه سازی مصرف انرژی الکتریکی درسیستمهای روشنائی برنامهٔ ۱۲ ماده ای تهیه نمود. برنامه مزبور در جدول ۱-۴ ارائه گردیده است و توصیه شده است که طراحان روشنائی، مهندسین کارخانجات صنعتی، مهندسین نگهداری و سایرین بمنظور صرفه جوئی درمصرف انرژی الکتریکی سیستمهای روشنائی، برای روشنائی اماکن نوساز یا تجدید روشنائی اماکن قدیمی وموجود از برنامه۱۲ ماده ای مزبور متابعت نمایند.

## سیستمهای روشنائی نیاز به نگهداری دارند

زمانیکه سیستمهای روشنائی برای تامین شدت های روشنائی تعیین شده در سراسر محیط های مختلف کار و تولید، انتخاب، طراحی ونصب شوند، میتوان فرض نمود که شدتهای روشنائی انتخاب شده به دقت برگزیده شده اند تا میزان نور لازم برای کارهای مختلف دیدنی حتی الامکان بطور اقتصادی تامین گردد. درچنین شرایطی ، اگر قرار باشد حداکثر تولید، حداقل وازدگی وسایر محسنات روشنائی خوب تحقق یابد، باید شدتهای روشنائی راحفظ کرد. صرفاً از طریق نگهداری مناسب است که میتوان سرمایه گذاری اصلی انجام شده برای روشنائی را حفظ نمود. نوری که بدلیل فقدان نگهداری از دست میرود، کماکان و به همان میزانی که وقتی سیستم آنچه را که برای آن طراحی شده بود تولید میکرد، هزینه بر است.

از زمان کمبود سوخت های نفتی که بوقوع بحران انرژی در سال ۱۹۷۳ کمک کرد ، قیمت نفت تقریباً سه برابر شد. همزمان ، هزینه استخراج سایر سوخت های فسیلی نیز افزایش یافت . درنتیجه و بنا به دلایل دیگر مربوط به آن، قیمت کلیه انرژی های الکتریکی بطور محسوسی افزایش پیدا کرد. به این ترتیب ، داشتن یک برنامه نگهداری سیستم روشنائی موثر و مداوم اهمیتی بیش از پیش یافت تا به صاحبان سیستم های روشنائی اطمینان داده شود که تمامی روشنائی ای که هزینه اش را می پردازد ، دریافت خواهند نمود .

تجربه نشان داده است که کارائی سیستم های روشنائی ای که از آنها نگهداری بعمل نمی آید، بقدری افت میکند که خروجی کل نور آنها به کمتر از نصف آنچه برایش طراحی شده اند برسد ( شکل ۱-۴ را ملاحظه کنید ). یک تاسیسات نوعی را در کارخانه ای صنعتی که برنامه زمانبندی شده ای را برای نگهداری ندارد، درنظر بگیرید. اندازه گیری با نورسنج ، شدت نور میانگین معادل ۳۳۰ لوکس ( ۳۳ ft-c ) را در شرایط نگهداری نشده نشان میدهد . آنگاه شش مرحله نگهداری انجام و پس از هر مرحله اندازه گیری با نورسنج بعمل آمد. کل ازدیاد شدت روشنائی به مقدار ۱۲۸ درصد یا ۷۵۰ لوکس (۷۵ FC) بود.




**شکل ۱-۴** نگهداری روشنائی خوب ، شدت روشنائی را بیش از دو برابر میکند.

omoorepeyman.ir

## چه کسی باید از سیستمهای روشنائی نگهداری کند

در کارخانه های کوچک، نگهداری روشنائی عمدتاً تشکیل میشود ازنصب لامپهای نو که بهنگام سوختن لامپهای کهنه انجام میشود وگاهی،امانه همیشه، پاکسازی چراغها که بهنگام نصب لامپهای نو یا بطور دوره ای و شاید سالی یک مرتبه، صورت میگیرد. کارهای برقی بزرگ و سنگین کارخانه معمولاً به پیمانکاران برق واگذار میشود. چنانچه چوکها (ballast)سوخته یااشکالات برقی دیگری بوجودآمده باشد،برای انجام تعمیرات معمولاً ازخدمات آنها استفاده میگردد.

در کارخانه های بزرگ که بخش نگهداری آنها شامل کارکنان برق ( یک یا دو کارمند) نیز هستند، انواع تعمیرات برقی ، از جمله *تمیز کردن* لامپها و چراغها توسط کارکنان خود کارخانه صورت میگیرد.

از زمانیکه لامپ های جیوه ای و فلورسنت و متعاقب آن لامپهای متال هالید و لامپهای پرفشار سدیم با مدارهای تثبیت کننده و ترانسفورماتور پیچیده ( در مقایسه با مدارهای نسبتاً ساده در لامپهای التهابی و تنگستن - هالوژن ) معرفی شدند و با طرحهای بزرگتر و پیچیده تری که چراغ این لامپها داشتند، استفاده از کارکنان آموزش دیده برای نگهداری روشنائی لازم و ضروری تشخیص داده شد. وجود این کارکنان ، زمان مورد نیاز برای نظافت ، تعویض لامپ ، تشخیص و تعمیر اشکالات در سیستم های روشنائی را کاهش میدهد.

بسیاری از کارخانه ها کارکنان خودی را برای انجام این کار آموزش داده اند، بخصوص کارخانه هائی که تجهیزات و واحدهای روشنائی آنها بقدری زیاد است که نگهداری آن بیشتر اوقات یک گروه دو یا چند نفره را میگرفت.

شرکت های تخصصی نگهداری روشنائی بکمک کارکنان آموزش دیده ، تکنیک های موثر نگهداری و تجهیزات مخصوص ، امور نگهداری کامل را به گونه ای اقتصادی تر انجام میدهند. بطور کلی ، این شرکت ها قادرند سیستم های روشنائی را کاملتر و کم هزینه تر از صاحبان سیستم هائی که کارکنان آموزش دیده ای هم در اختیار ندارند، نگهداری کنند. به همین دلیل ، بسیاری از کارخانه های بزرگ ، حتی آنها که خود بخشهای نگهداری عمومی هم دارند، برای نگهداری روشنائی از شرکت های تخصصی نگهداری روشنائی بهره میگیرند.

برای آنکه تصمیم گیری در مورد سپردن کار به یک شرکت نگهداری خارجی به دقت و درستی صورت گیرد، ابتدا باید تعیین کرد که چه کاری قرار است انجام شود و اگر پرسنل بخش نگهداری آنرا انجام دهد، هزینه اش چه مقدار خواهد شد. برای انجام این کار باید یک زمانبندی مشخص برای نگهداری روشنائی تهیه شود . سپس مدیر کارخانه میتواند براساس این زمانبندی برآورد هزینه کند . این برآورد، نیروی انسانی مربوط به پرسنل کارخانه ، مواد پاک کننده، قطعات تعمیری ، نردبانها، سکوها، بالابرها و غیره را دربر میگیرد و ممکن است لازم شود نیروی انسانی مورد نیاز نیز بررسی شود. بمنظور مقایسه ، مدیر کارخانه میتواند هزینه هائی را که یک شرکت نگهداری خارجی برای انجام همان کار، شامل تدارک نیروی انسانی ، نردبانها، وسایل تعمیر و غیره براساس همان زمانبندی نگهداری خاص مطالبه میکند، بدست آورد. در ادامه این فصل ، جزئیات مربوط به چنین برآوردی را بطور کاملتر تشریح خواهیم نمود.

## برخی اصول طراحی روشنائی

برای طرح ریزی بصیرانه یک برنامه نگهداری روشنائی ، شناخت و درک اصول روشنائی شامل محاسبات و طراحی آنها ضروریست . برخی از اصول مزبور در اینجا ارائه میشوند. برای مطالعه عمیق تر باید به یک کتاب مرجع یا یک کتاب راهنمای خوب در مورد طراحی روشنائی مراجعه نمود.

**محاسبات روشنائی:** برای محاسبه شدت روشنائی در مکان یا فضائی در درون ساختمان ، سه روش کلی وجود دارد: روش *لومن* ، روش تقسیم *ناحیه ای* و روش *نقطه به نقطه* .

روش محاسبه روشنائی لومن یا شار نوری که از ضریب بهره ( Coefficient of Utilization) استفاده میکند، سالهاست که برای تعیین شدتهای روشنائی میانگین بکار گرفته میشود. اساس این روش ها براین نظریه استوار است که روشنائی متوسط برابر است با لومن تقسیم بر سطح کاری که روی آن پخش میشود. روش لومن (جدول ۲-۴) نسبتاً ساده است و بهمین سبب در اینجا از آن استفاده میشود و دلیل دیگر اینکه برای اهداف مهندسی بهره برداری ، دقت آن که از روشهای تحلیلی ریاضی جهت محاسبه ضریب بهره برای چراغها استفاده میکند و ضریب بهره برداری

omoorepeyman.ir

(MF) که در طول سالها در نتیجه تجربه با چراغهای مختلف در شرایط متفاوت انباشتگی گرد و غبار و کثافت بدست آمده است ، ثابت شده است که بیش از حدود ۵ تا ۷ درصد نسبت به افت واقعی تفاوت ندارد.

**روش محاسبه لومن:** لوکس ( فوت - کاندل ) متوسط « درحال کار » یا « مداوم » روشنائی کل برای یک اتاق یا مکانی که بوسیله چراغ خاصی روشن میشود را میتوان توسط روش لومن با قرار دادن مقادیر مناسب در فرمولی که در جدول ۲-۴ ارائه گردیده است، بدست آورد . روش کار بترتیب زیر است :

**جدول ۲-۴** فرمولهای طراحی روشنائی عمومی
محاسبه با روش لومن

L یا لومن متوسطی که به سطح کار میرسد

(۱) لومن اولیه کل = L × CU × MF

لوکس (فوت - کاندل) متوسط

(۲) $= \frac{\text{لومن اولیه کل} \times \text{L} \times \text{CU} \times \text{MF}}{\text{مساحت اتاق (مترمربع) (فوت مربع)}}$

(۳) $= \frac{\text{لومن اولیه کل برای هر لامپ} \times \text{L} \times \text{CU} \times \text{MF}}{\text{مساحت برای هر لامپ (مترمربع) (فوت مربع)}}$

(۴) $= \frac{\text{لومن اولیه برای هر چراغ} \times \text{L} \times \text{CU} \times \text{MF}}{\text{مساحت برای هر چراغ (مترمربع) (فوت مربع)}}$

(۵) وات کل برای هر متر مربع (فوت مربع) = وات کل برای هر وات × L × CU × MF

مساحت برای هر یک لامپ (مترمربع) (فوت مربع)

(۶) $= \frac{\text{لومن اولیه برای هر لامپ} \times \text{L} \times \text{CU} \times \text{MF}}{\text{شدت روشنایی لوکس (فوت - کاندل) مورد نظر}}$

مساحت برای هر چراغ (مترمربع) (فوت مربع)

(۷) $= \frac{\text{لومن اولیه برای هر لامپ} \times \text{L} \times \text{CU} \times \text{MF} \times \text{تعداد لامپ برای هر چراغ}}{\text{شدت روشنایی لوکس (فوت - کاندل) مورد نظر}}$

وات کل برای هر مترمربع (فوت مربع)

(۸) $= \frac{\text{لوکس (فوت - کاندل) مورد نظر}}{\text{وات کل برای هر وات} \times \text{L} \times \text{CU} \times \text{MF}}$

CU = ضریب بهره
L = لومن لامپ
MF = ضریب نگهداری

۱- لومن اولیه کل لامپها را توسط مقدار لومن هر لامپ و تعداد کل لامپ ها در اتاق تعیین کنید ( جداول ۳-۴ و ۴-۴ را ملاحظه کنید ).

۲- مساحت اتاق یا دهانه ای را که قرار است روشن شود برحسب مترمربع ( فوت مربع ) تعیین کرده و «نسبت ناحیه ای اتاق» (RCR ) یا ( Room Cavity Ratio ) را از جدول ۵-۴ یا هر کاتالوگ سازنده تجهیزات روشنائی که در آن محاسبات روشنائی بروش تقسیم ناحیه ای ارائه گردیده است ، پیدا کنید.

۳- ضریب بهره (CU) مربوط به نوع چراغی که نصب شده ( یا مورد نظر است ) را معین کنید. بسیاری از سازندگان تجهیزات روشنائی اطلاعات CU را برای هر نوع چراغی که تولید می کنند ، ارائه میدهند. بسیاری نیز این اطلاعات را در کاتالوگهای استاندارد خود وارد کرده اند.

۴- ضریب نگهداری ( MF ) را تعیین نمائید. این ضریب به طرح چراغ ، مشخصه های توزیع نور آن ، میزان انباشتگی گرد و خاک و کثافت در محل و اینکه نگهداری از سیستم روشنائی قرار است خوب ، متوسط یا بد باشد،

omoorepeyman.ir

بستگی دارد . بطور کلی، مقادیر MF در محدوده ۴۰ درصد برای نگهداری بد و تا حدود ۷۵ درصد برای شرایط نگهداری خوب قرار دارد. جزئیات مربوط به روشهای برآورد ضریب نگهداری (MF) یا ضریب اتلاف کل نور (LLF) را در صفحات بعد خواهید یافت.

۵- داده های بدست آمده را در فرمول (۲) از جدول ۲-۴ قرار دهید، آنچه حاصل میشود، «متوسط لوکس (فوت - کاندل)» محاسبه شده خواهد بود که همان چیزی است که پس از نصب چراغ و مدتی استفاده بلحاظ تاثیر گرد و خاک وکثافت ، استهلاک لامپ ، بگونه ای که برآورد شده ، میتوان انتظار آنرا داشت . چنانچه مقدار MF را در فرمول وارد نکنیم ، شدت های روشنائی بدست آمده از محاسبه لوکس ( فوت - کاندل ) « اولیه » خواهد بود.

**روش محاسبه با روش تقسیم ناحیه ای:** روشهای ریاضی دیگر برای تحلیل و توزیع نور ، با درنظر گرفتن مفهوم انعکاس متقابل نور، به داده های دقیق تر ضریب بهره دست یافته و منجر به روشی از محاسبه روشنائی شده است که نهایتاً روش تائید شده IES گردیده و به روش محاسبه تقسیم ناحیه ای موسوم شده است. روش مزبور ، انعطاف پذیری و همچنین دقت بیشتری را در محاسبات روشنائی ایجاد میکند. اما، در این مفهوم اساسی که شدت روشنائی لوکس (فوت - کاندل ) برابر است با شار نوری روی یک ناحیه تقسیم بر مساحت آن بر حسب مترمربع (فوت مربع)، تغییری بوجود نمی آورد. در برخی موارد ، روش تقسیم ناحیه ای چندین مرحله اضافی را در محاسبه شدت روشنائی لازم خواهد داشت . اما در بسیاری از موارد ایجاد روشنائی مستقیم ، مانند روشنائی در کارخانه های صنعتی، استفاده از روش فوق نسبت به روش استاندارد لومن یا روش انعکاسی متقابل ضریب ناحیه ای میانی (intermediate zonal-factor interreflection methode) ، که هرگز بطور گسترده مورد استفاده قرار نگرفت، اندکی دشوارتر است. برای نشان دادن رهیافت اساسی در استفاده از روش محاسبه روشنائی تقسیم ناحیه ای و ارائه داده های دقیقتر آن از ضرائب اتلاف نور، که مورد علاقه فراوان مهندسین نگهداری روشنائی است ، در زیر به توصیف بسیار اجمالی این روش می پردازیم.

**جدول ۴-۳** شار نور متوسط و عمر مفید برای لامپ های روشنائی صنعتی نوعی
( براساس سوختگی در هر بیلیون لومن بر ساعت ) ○

○ بخش بازرگانی لامپ ، شرکت جنرال الکتریک و « کتاب مرجع روشنائی IES » چاپ پنجم .
† میانگین سوختگی لامپ برای هر بیلیون لومن ساعت (محاسبه شده).
‡ رشته دو بار پیچیده شده که مستقیم نصب شده است.
§ عمر میانگین نامی برای لامپ های فلورسنت براساس ۳ ساعت کار برای هر بار روشن کردن محاسبه شده است.

| عنوان | عمر نامی ساعت | جریان نور اولیه،لومن | جریان نور میانگین،لومن | سوختگی در هر †BLH |
|---|---|---|---|---|
| لامپهای التهابی | | | | |
| 200-watt A25 | 750 | 4,010 | 3,800 | 351 |
| 300-watt PS35 | 1,000 | 5,820 | 5,280 | 189 |
| 500-watt PS40‡ | 1,000 | 10,850 | 9,650 | 103 |
| 750-watt PS52‡ | 1,000 | 17,040 | 15,750 | 64 |
| 1,000-watt PS52‡ | 1,000 | 23,740 | 21,425 | 47 |
| 600-watt R52 | 2,000 | 7,600 | 6,950 | 72 |
| 750-watt R52 | 2,000 | 13,000 | 10,350 | 48 |
| 250PAR38SP tungsten halogen | 4,000 | 3,220 | 3,025 | 83 |
| 250PAR38FL tungsten halogen | 4,000 | 3,220 | 3,025 | 83 |
| 500PAR56MFL tungsten halogen | 4,000 | 8,000 | 7,520 | 35 |

omoorepeyman.ir

**ادامه جدول ۳-۴** شار نور متوسط و عمر مفید برای لامپ های روشنائی صنعتی نوعی
( براساس سوختگی در هر بیلیون لومن بر ساعت ) °

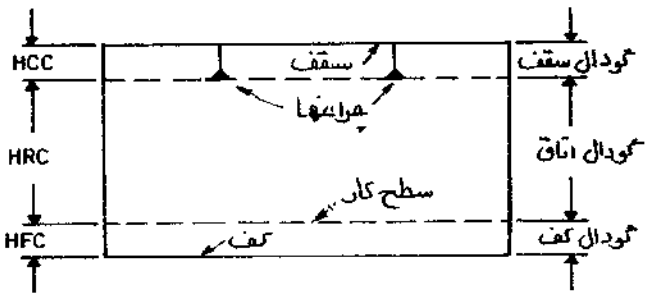
| عنوان | عمرنامی ساعت | جریان نور اولیه،لومن | جریان نـــور میانگین،لومن | سوختگی در هر †BLH |
|---|---|---|---|---|
| | | لامپهای فلورسنت § | | |
| 25-watt F30T12/CW/RS/EW-II | 18,000 | 2,000 | 1,700 | 33 |
| 30-watt F30T12/CW/RS | 18,000 | 2,300 | 2,070 | 27 |
| 34-watt F40CW/RS/EW-II | 20,000† | 2,850 | 2,555 | 20 |
| 34-watt F40LW/RS/EW-II | 20,000† | 3,050 | 2,735 | 18 |
| 40-watt F40CW/S | 15,000 | 3,200 | 2,960 | 23 |
| 40-watt F40CW | 20,000† | 3,150 | 2,820 | 18 |
| 40-watt FB40/CW/6 | 12,000 | 2,850 | 2,525 | 33 |
| 30-watt F48T12/CW/EW | 9,000 | 2,500 | 2,300 | 48 |
| 39-watt F48T12/CW | 9,000 | 3,000 | 2,760 | 40 |
| 60-watt F96T12/CW/EW | 12,000 | 5,600 | 5,150 | 16 |
| 60-wattF96T12/LW/EW | 12,000 | 6,000 | 5,520 | 15 |
| 75-watt F96T12/CW | 12,000 | 6,300 | 5,800 | 14 |
| 60-watt F48T12/CW/HO | 12,000 | 4,300 | 3,740 | 22 |
| 95-watt F96T12/CW/HO/EW | 12,000 | 8,500 | 7,395 | 11 |
| 95-watt F96T12/LW/HO/EW | 12,000 | 9,100 | 7,915 | 10 |
| 110-watt F96T12/CW/HO | 12,000 | 9,200 | 8,005 | 10 |
| 110-watt F48T12/CW/VHO | 12,000 | 6,900 | 5,950 | 14 |
| 185-watt F96T12/CW/VHO/EW | 12,000 | 14,000 | 10,920 | 8 |
| 185-watt F96T12/LW/VHO/EW | 12,000 | 14,900 | 11,620 | 8 |
| 215-watt F96T12/CW/VHO | 12,000 | 15,500 | 13,000 | 6 |
| | | لامپهای تخلیه شدت نور زیاد | | |
| Mercury-vapor lamps: | | | | |
| H39KC-175/DX phosphor coated | 24,000† | 8,500 | 7,600 | 5.5 |
| H37KC-250/DX phosphor coated | 24,000† | 13,000 | 10,700 | 3.9 |
| H33GL-400/DX phosphor coated | 24,000† | 23,000 | 19,100 | 2.2 |
| H35ND-700/DX phosphor coated | 24,000† | 43,000 | 33,600 | 1.2 |
| H36G10-1000/DX phosphor coated | 24,000† | 63,000 | 47,500 | 0.9 |
| Metal halide lamps: | | | | |
| MH250/U clear | 10,000 | 20,500 | 17,000 | 5.9 |
| MH400BU/4 clear | 20,000 | 34,000 | 25,600 | 2.0 |
| MH1000/U clear | 12,000 | 110,000 | 88,000 | 0.9 |
| High-pressure sodium lamps: | | | | |
| C70S62 clear | 24,000† | 6,300 | 5,670 | 7.3 |
| C100S54 clear | 24,000† | 9,500 | 8,550 | 4.9 |
| C150S55 clear | 24,000† | 16,000 | 14,400 | 2.9 |
| C250S50 clear | 24,000† | 27,500 | 24,750 | 1.7 |
| C400S51 clear | 24,000† | 50,000 | 45,000 | 0.9 |
| C1000S52 clear | 24,000† | 140,000 | 126,000 | 0.3 |
| Low-pressure sodium lamps: | | | | |
| SOX 18 | 14,000 | 1,800 | 1,800 | 39.7 |
| SOX 35 | 18,000 | 4,800 | 4,800 | 11.6 |
| SOX 55 | 18,000 | 8,000 | 8,000 | 6.9 |
| SOX 90 | 18,000 | 13,500 | 13,500 | 4.1 |
| SOX 135 | 18,000 | 22,500 | 22,500 | 2.5 |
| SOX 180 | 18,000 | 33,000 | 33,000 | 1.7 |

omoorepeyman.ir

روش تقسیم ناحیه ای براساس این مفهوم استوار است که فضا یا مکان یا اتاق تشکیل شده است از یک سری ناحیه که انعکاس موثری نسبت به یکدیگر و نسبت به سطح کار دارند. بدین ترتیب ، اتاق را بطور کلی میتوان به سه فضا یا ناحیهٔ اساسی تقسیم نمـود (شکل ۲-۴): فضای بین چراغها (به شرط آویزان بودن) و سقف که بعنوان «ناحیهٔسقف» تعریف میشود، فضای بین سطح کار و کف که بعنوان «ناحیهٔ کف» تعریف میشود و فضای بین چراغها و سطح کار که بعنوان «ناحیهٔ اتاق» تعریف میشود. با استفاده از این مفهوم ناحیه ای، محاسبه روابط عددی ای که «نسبت ناحیه ای» نامیده میشود، امکانپذیر میگردد (جدول ۶-۴). از نسبت های ناحیه ای مزبور میتوان در تعیین انعکاس مـوثـر سقـف و کـف (جـدول ۷-۴) و سپـس پیـدا کردن «ضریب بهره» استفاده نمود. به این ترتیب ، در روش تقسیم ناحیه ای، چهار مرحله اساسی در هر محاسبه شدت روشنائی وجود دارد :

**جدول ۴-۴** نسبت های جریان نور یا لومن و شاخص تعبیر رنگ برای لامپ های مختلف فلورسنت

| رنگ لامپ | خروجی نسبی نور | دمای رنگ K(کلوین) | شاخص تعبیر رنگ (CRI) |
|---|---|---|---|
| سفید سرد | 1.00 | 4100 | 67 |
| سفید سرد دو لوکس | .70 | 4200 | 89 |
| سه رنگ ۴۱۰۰ K | .97 | 4100 | 87 |
| نور روز | .83 | 6500 | 79 |
| سفید | 1.02 | 3500 | 58 |
| سفید گرم | 1.02 | 3000 | 53 |
| سفید گرم دولوکس | .68 | 3000 | 79 |
| سه رنگ ۳۰۰۰ K | .97 | 3000 | 87 |
| سبز | 1.40 | -- | -- |
| طلایی | .76 | -- | -- |




**شکل ۲-۴** در روش محاسبه روشنائی تقسیم ناحیه ای از سـه ناحیه اصـلی استفاده میشود («کتاب مرجع روشنائی IES» چاپ ۱۹۸۱ ، جلد مرجع).

omoorepeyman.ir

## جدول ۴-۵ فرمولهای تعیین نسبت های ناحیه ای

$$\text{نسبت ناحیه ای سقف} = \frac{5h_{cc}(L + W)}{(L \cdot W)}$$

$$\text{نسبت ناحیه ای اتاق} = \frac{5h_{rc}(L + W)}{(L \cdot W)}$$

$$\text{نسبت ناحیه ای کف} = \frac{5h_{fc}(L + W)}{(L \cdot W)}$$

$h_{cc}$ = فاصله برحسب متر (فوت) از چراغ تا سقف

$h_{rc}$ = فاصله برحسب متر (فوت) از سطح کار تا چراغ

$h_{fc}$ = فاصله برحسب متر (فوت) از سطح کار تا کف

$L$ = طول اتاق برحسب متر (فوت)

$W$ = عرض اتاق برحسب متر (فوت)

## جدول ۴-۶ نسبت های ناحیه ای *

| ابعاد اتاق | | عمق ناحیه ای | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عرض | طول | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 5.0 | 6.0 |
| 8 | 10 | 1.1 | 1.7 | 2.2 | 2.8 | 3.4 | 3.9 | 4.5 | 5.6 | 6.7 |
| | 14 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.4 | 3.9 | 4.4 | 5.9 |
| | 20 | 0.9 | 1.3 | 1.7 | 2.2 | 2.6 | 3.1 | 3.5 | 4.4 | 5.2 |
| 10 | 14 | 0.9 | 1.3 | 1.7 | 2.1 | 2.6 | 3.0 | 3.4 | 4.3 | 5.1 |
| | 20 | 0.7 | 1.1 | 1.5 | 1.9 | 2.3 | 2.6 | 3.0 | 3.7 | 4.5 |
| 12 | 12 | 0.8 | 1.2 | 1.7 | 2.1 | 2.5 | 2.9 | 3.3 | 4.2 | 5.0 |
| | 16 | 0.7 | 1.1 | 1.5 | 1.8 | 2.2 | 2.5 | 2.9 | 3.6 | 4.4 |
| | 24 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.6 | 1.9 | 2.2 | 2.5 | 3.1 | 3.7 |
| 14 | 14 | 0.7 | 1.1 | 1.4 | 1.8 | 2.1 | 2.5 | 2.9 | 3.6 | 4.3 |
| | 20 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.5 | 1.8 | 2.1 | 2.4 | 3.0 | 3.6 |
| | 30 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 1.6 | 1.8 | 2.1 | 2.6 | 3.1 |
| 20 | 20 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 1.7 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| | 30 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 1.7 | 2.1 | 2.5 |
| | 45 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.4 | 1.8 | 2.2 |
| 24 | 24 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 1.7 | 2.1 | 2.5 |
| | 32 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 1.8 | 2.2 |
| | 50 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 1.2 | 1.5 | 1.8 |
| 30 | 30 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.3 | 1.7 | 2.0 |
| | 60 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.5 |
| 42 | 42 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.4 |
| | 60 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.2 |
| 50 | 50 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.2 |
| | 100 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.9 |

* جدول خلاصه شده، برای جدول کامل به « کتاب مرجع روشنائی IES » چاپ ۱۹۸۱ ، جلد مرجع یا مطبوعات سازندگان تجهیزات روشنائی مراجعه کنید.

omoorepeyman.ir

در محاسبات سطح روشنایی با استفاده از روش تقسیم ناحیه ای چهار مرحله اصلی وجود دارد:

۱- تعیین نسبت های ناحیه ای

۲- تعیین انعکاس های موثر ناحیه ای

۳- انتخاب ضریب بهره چراغ

۴- محاسبه سطح متوسط لومن (فوت - کندل)

مرحله ۱ - نسبت های ناحیه ای را میتوان به یکی از دو طریق تعیین کرد. میتوان آنها را در جدول نسبت های ناحیه ای (جدول ۶-۴) برای اندازه اتاق یا مکان مورد نظر پیدا کرد، یا اینکه با استفاده از فرمولهای جدول ۵-۴، آنها را بطور دقیق از طریق محاسبه تعیین نمود.

مرحله ۲ - انعکاسهای موثر ناحیه ای باید برای ناحیه سقف و ناحیه کف معین شود. این انعکاسها را میتوان تحت ترکیب خاصی از نسبت ناحیه ای و انعکاس واقعی سقف ، دیوارها و کف در جدول ۷-۴ پیدا کرد.باید توجه نمود که در جدول ، وقتی که چراغ داخل سقف یا سطح آن کار گذاشته میشود یا وقتی سطح کار، کف اتاق است. نسبت ناحیه ای سقف (CCR) یا ناحیه ای کف (FCR) ، صفر بوده و در نتیجه انعکاس واقعی سقف یا کف ، انعکاس موثر نیز خواهد بود. همچنین ، هنگام استفاده از ضرایب انعکاس سطوح اتاق باید توجه کرد که در محاسبه شدت روشنائی ( لوکس ) ( فوت - کاندل ) حین کار باید مقادیر حین کار مورد انتظار را بکار برد.

در این صورت مقادیر انعکاس موثر عبارت خواهند بود از Pcc (انعکاس موثر ناحیه ای سقف) و Pfc (انعکاس موثر ناحیه ای کف).

مرحله ۳ - برای انتخاب ضریب بهره چراغ مورد نظر باید از جدول ضرایب بهره ( CU ) سازندگان استفاده نمود. حال میتوان از نسبت ناحیه ای اتاق (RCR) که قبلاً محاسبه شده است (مرحله ۱ را ببینید). بعلاوه انعکاس موثر ناحیه ای سقف Pcc ، انعکاس موثر ناحیه ای کف Pfc و انعکاس دیوار Pw ، در جدول ضریب بهره سازندگان استفاده نموده و ضریب بهره دقیق را تحت RCR خاص و انعکاسهای موثری که وجود دارد، برای چراغ خاص مورد نظر انتخاب نمود. بیشتر سازندگان، جداول ضرایب بهره ( CU ) را بر اساس مقدار انعکاس ناحیه ای کف ۲۰ درصد تهیه میکنند. چنانچه انعکاس واقعی کف بطور قابل ملاحظه ای نسبت به ۲۰ درصد متفاوت باشد ، تصحیح این مقدار ضروری خواهد بود. این کار را میتوان با مراجعه به جدول یا جداول ارائه شده توسط سازنده و پیدا کردن ضریب مناسبی که باید با ضریب بهره ای که قبلاً تعیین شده بود همراه باشد، انجام داد.

مرحله ۴ - شدت روشنائی نهائی را میتوان با استفاده از فرمول روش استاندارد لومن ( جدول ۴-۲ ) بصورت زیر محاسبه نمود :

$$FC_{(i)} = \frac{\text{L x CU برای هر لامپ x تعداد لامپ در هر چراغ x تعداد چراغها}}{\text{مساحت}}$$

$FC_{(i)}$ = فوت - کندل اولیه

L = لومن

CU = ضریب روشنایی

اگر بدست آوردن شدت روشنائی در حین کار مورد نظر باشد ، باید ضریب نگهداری ( MF ) برای فضای مورد نظر، براساس ضرایب اتلاف نور مختلفی که جهت روشنائی این فضا مورد دارد محاسبه شود. سپس باید شدت روشنائی (لوکس) (فوت - کاندل) اولیه را که توسط فرمول محاسبه میشود ، در این ضریب نگهداری ( MF ) ضرب کرد تا مقدار شدت روشنائی حین کار بدست آید.

omoorepeyman.ir

# طراحی سیستمهای روشنائی

## سیستمهای روشنائی

سیستم های روشنائی معمولاً از نظر مشخصه های توزیع نور چراغ. (شکل ۳-۴)، از مستقیم تا غیرمستقیم در پنج نوع گروه بندی میشوند. سیستمهای مزبور میتواند از چراغهای انفرادی ، مانند چراغ التهابی توکار پائین تاب با رفلکتوری ( مستقیم ) یا از عناصر بنائی مانند روشنائی ناوه ای ( غیرمستقیم ) تشکیل شود.

بنابراین تمامی انواع تجهیزات روشنائی را میتوان بر طبق مشخصه های توزیع نور نهائی آنها تحت یک یا چند طبقه از ۵ طبقه ای که در شکل ۳-۴ نشان داده شده است، گروه بندی نمود. به این ترتیب ، واحدهای فلورسنت توکار سقفی وان شکل (TROFFER) چه بصورت واحدهای انفرادی و چه بصورت نصب خطی چسبیده به هم باشند، بعنوان سیستم های روشنائی مستقیم گروه بندی میشوند. علاوه براین ، چراغها را نیز میتوان بعنوان « تزئینی » یا«مخصوص» و یا بعنوان « تک لامپی » یا « چند لامپی» طبقه بندی نمود، لیکن آنچه در انجام محاسبات روشنائی مورد استفاده مهندسین قرار میگیرد، سیستم گروه بندی توزیع نور است.

تازه ترین رهیافت در انتخاب و طراحی سیستم روشنائی عبارت است از استفاده از یک سیستم روشنائی عمومی برای ایجاد یک روشنائی کلی با شدت روشنائی پائین در سراسر محوطه تولید یا کار و استفاده از نوعی سیستم جداگانه برای ایجاد شدت روشنائی بالاتر توصیه شده جهت کارهای بینائی . در برخی مواقع روشنائی موضعی را با بکارگیری چراغهای ثابت یا قابل تنظیم انتخاب میکنند. در مواقع دیگر از قبیل خط مونتاژ ، استفاده از چراغهای ثابت استاندارد مانند چراغهای فلورسانت خطی بهم پیوسته که درست بالای سر یا در یکطرف خط مونتاژ کار گذاشته میشوند، میتواند سودمند باشد . معمولاً هر طرح روشنائی را بهتر است از نزدیک مطالعه و چراغهای معین و روشهای نصب آنها و غیره را که به بهترین وجه ممکن مسائل روشنائی را حل خواهند نمود، انتخاب کرد.

omoorepeyman.ir

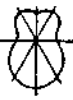
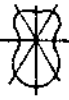
## جدول ۴-۷ انعکاس موثر ناحیه ای سقف یا کف به درصد برای ترکیب های مختلف انعکاس *

| Percent base† reflectance | 90 | | | | | | | | | | 80 | | | | | | | | | | 70 | | | | | | | | | | 60 | | | | | | | | | | 50 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Percent wall reflectance | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 |
| Cavity ratio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.2 | 89 | 88 | 88 | 87 | 86 | 85 | 85 | 84 | 84 | 82 | 79 | 78 | 78 | 77 | 77 | 76 | 76 | 75 | 74 | 72 | 70 | 69 | 68 | 68 | 67 | 67 | 66 | 66 | 65 | 64 | 60 | 59 | 59 | 59 | 58 | 57 | 56 | 56 | 55 | 53 | 50 | 50 | 49 | 49 | 48 | 48 | 47 | 46 | 46 | 44 |
| 0.4 | 88 | 87 | 86 | 85 | 84 | 83 | 81 | 80 | 79 | 76 | 79 | 77 | 76 | 75 | 74 | 73 | 72 | 71 | 70 | 68 | 69 | 68 | 67 | 66 | 65 | 64 | 63 | 62 | 61 | 58 | 60 | 59 | 59 | 58 | 57 | 55 | 54 | 53 | 52 | 50 | 50 | 49 | 48 | 48 | 47 | 46 | 45 | 45 | 44 | 42 |
| 0.6 | 87 | 86 | 84 | 82 | 80 | 79 | 77 | 76 | 74 | 73 | 78 | 76 | 75 | 73 | 71 | 70 | 68 | 66 | 65 | 63 | 69 | 67 | 65 | 64 | 63 | 61 | 59 | 58 | 57 | 54 | 60 | 58 | 57 | 56 | 55 | 53 | 51 | 51 | 50 | 46 | 50 | 48 | 47 | 46 | 45 | 44 | 43 | 42 | 41 | 38 |
| 0.8 | 87 | 85 | 82 | 80 | 77 | 75 | 73 | 71 | 69 | 67 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 67 | 65 | 63 | 61 | 57 | 68 | 66 | 64 | 62 | 60 | 58 | 56 | 55 | 53 | 50 | 59 | 57 | 56 | 55 | 54 | 51 | 48 | 47 | 46 | 43 | 50 | 48 | 47 | 45 | 44 | 42 | 40 | 39 | 38 | 36 |
| 1.0 | 86 | 83 | 80 | 77 | 75 | 72 | 69 | 66 | 64 | 62 | 77 | 74 | 72 | 69 | 67 | 65 | 62 | 60 | 57 | 55 | 68 | 65 | 62 | 60 | 58 | 55 | 53 | 52 | 50 | 47 | 59 | 57 | 55 | 53 | 51 | 48 | 45 | 44 | 43 | 41 | 50 | 48 | 46 | 44 | 43 | 41 | 38 | 37 | 36 | 34 |
| 1.2 | 85 | 82 | 78 | 75 | 72 | 69 | 66 | 63 | 60 | 57 | 76 | 73 | 70 | 67 | 64 | 61 | 58 | 55 | 53 | 51 | 67 | 64 | 61 | 59 | 57 | 54 | 50 | 48 | 46 | 44 | 59 | 56 | 54 | 51 | 49 | 46 | 44 | 42 | 40 | 38 | 50 | 47 | 45 | 43 | 41 | 39 | 36 | 35 | 34 | 29 |
| 1.4 | 85 | 80 | 77 | 73 | 69 | 65 | 62 | 59 | 57 | 52 | 76 | 72 | 68 | 65 | 62 | 59 | 55 | 53 | 50 | 48 | 67 | 63 | 60 | 58 | 55 | 51 | 47 | 45 | 44 | 41 | 59 | 56 | 53 | 49 | 47 | 44 | 41 | 39 | 38 | 36 | 50 | 47 | 45 | 42 | 40 | 38 | 35 | 34 | 32 | 27 |
| 1.6 | 84 | 79 | 75 | 71 | 67 | 63 | 59 | 56 | 53 | 50 | 75 | 71 | 67 | 63 | 60 | 57 | 53 | 50 | 47 | 44 | 67 | 62 | 59 | 56 | 53 | 47 | 45 | 43 | 41 | 38 | 59 | 55 | 52 | 48 | 45 | 42 | 39 | 37 | 35 | 33 | 50 | 47 | 44 | 41 | 39 | 36 | 33 | 32 | 30 | 26 |
| 1.8 | 83 | 78 | 73 | 69 | 64 | 60 | 56 | 53 | 50 | 48 | 75 | 70 | 66 | 62 | 58 | 54 | 50 | 47 | 44 | 41 | 66 | 61 | 58 | 54 | 51 | 46 | 42 | 40 | 38 | 35 | 58 | 55 | 51 | 47 | 44 | 40 | 37 | 35 | 33 | 31 | 50 | 46 | 43 | 40 | 38 | 35 | 31 | 30 | 28 | 25 |
| 2.0 | 83 | 77 | 72 | 67 | 62 | 56 | 53 | 50 | 47 | 43 | 74 | 69 | 64 | 60 | 56 | 52 | 48 | 45 | 41 | 38 | 66 | 60 | 56 | 52 | 49 | 45 | 40 | 38 | 36 | 33 | 58 | 54 | 50 | 46 | 43 | 39 | 35 | 33 | 31 | 29 | 50 | 46 | 43 | 40 | 37 | 34 | 30 | 28 | 26 | 24 |
| 2.2 | 82 | 76 | 70 | 65 | 59 | 54 | 50 | 47 | 44 | 40 | 74 | 68 | 63 | 58 | 54 | 49 | 45 | 42 | 38 | 35 | 66 | 60 | 55 | 51 | 48 | 43 | 38 | 36 | 34 | 32 | 58 | 53 | 49 | 45 | 42 | 37 | 34 | 31 | 29 | 28 | 50 | 46 | 42 | 38 | 36 | 33 | 29 | 27 | 24 | 22 |
| 2.4 | 82 | 75 | 69 | 64 | 58 | 53 | 48 | 45 | 41 | 37 | 73 | 67 | 61 | 56 | 52 | 47 | 43 | 40 | 36 | 33 | 65 | 60 | 54 | 50 | 46 | 41 | 37 | 35 | 32 | 30 | 58 | 53 | 48 | 44 | 41 | 36 | 32 | 30 | 27 | 26 | 50 | 46 | 42 | 37 | 35 | 31 | 27 | 25 | 23 | 21 |
| 2.6 | 81 | 74 | 67 | 62 | 56 | 51 | 46 | 42 | 38 | 35 | 73 | 66 | 60 | 55 | 50 | 45 | 41 | 38 | 34 | 31 | 65 | 59 | 54 | 49 | 45 | 40 | 35 | 33 | 30 | 28 | 58 | 53 | 48 | 43 | 39 | 35 | 31 | 28 | 26 | 24 | 50 | 46 | 41 | 37 | 34 | 30 | 26 | 23 | 21 | 20 |
| 2.8 | 81 | 73 | 66 | 60 | 54 | 49 | 44 | 40 | 36 | 34 | 73 | 65 | 59 | 53 | 48 | 43 | 39 | 36 | 32 | 29 | 65 | 59 | 53 | 48 | 43 | 38 | 33 | 30 | 28 | 26 | 58 | 53 | 47 | 43 | 38 | 34 | 29 | 27 | 24 | 22 | 50 | 46 | 41 | 36 | 33 | 29 | 25 | 22 | 20 | 19 |
| 3.0 | 80 | 72 | 64 | 58 | 52 | 47 | 42 | 38 | 34 | 30 | 72 | 65 | 58 | 52 | 47 | 42 | 37 | 34 | 30 | 27 | 64 | 58 | 52 | 47 | 42 | 37 | 32 | 29 | 27 | 24 | 57 | 52 | 46 | 42 | 37 | 32 | 28 | 25 | 23 | 20 | 50 | 45 | 40 | 36 | 32 | 28 | 24 | 21 | 29 | 17 |
| 3.2 | 79 | 71 | 63 | 56 | 50 | 45 | 40 | 36 | 32 | 28 | 72 | 65 | 57 | 51 | 45 | 40 | 35 | 33 | 28 | 25 | 64 | 58 | 51 | 46 | 40 | 36 | 31 | 28 | 25 | 23 | 57 | 51 | 45 | 41 | 36 | 31 | 27 | 23 | 22 | 18 | 50 | 44 | 39 | 35 | 31 | 27 | 23 | 20 | 18 | 16 |
| 3.4 | 79 | 70 | 62 | 54 | 48 | 43 | 38 | 34 | 30 | 27 | 71 | 64 | 56 | 49 | 44 | 39 | 34 | 32 | 27 | 24 | 64 | 57 | 50 | 45 | 39 | 35 | 29 | 27 | 24 | 22 | 57 | 51 | 45 | 40 | 35 | 30 | 26 | 23 | 20 | 17 | 50 | 44 | 39 | 35 | 30 | 26 | 22 | 19 | 17 | 15 |
| 3.6 | 78 | 69 | 61 | 53 | 47 | 42 | 36 | 32 | 28 | 25 | 71 | 63 | 54 | 48 | 43 | 38 | 32 | 30 | 25 | 23 | 63 | 56 | 49 | 44 | 38 | 33 | 28 | 25 | 22 | 20 | 57 | 50 | 44 | 39 | 34 | 29 | 25 | 22 | 19 | 16 | 50 | 44 | 39 | 34 | 29 | 25 | 21 | 18 | 16 | 14 |
| 3.8 | 78 | 69 | 60 | 51 | 45 | 40 | 35 | 31 | 27 | 23 | 70 | 62 | 53 | 47 | 41 | 36 | 31 | 28 | 24 | 22 | 63 | 56 | 49 | 43 | 37 | 32 | 27 | 24 | 21 | 19 | 57 | 50 | 43 | 38 | 33 | 29 | 24 | 21 | 19 | 15 | 50 | 44 | 38 | 34 | 29 | 25 | 21 | 17 | 15 | 13 |
| 4.0 | 77 | 69 | 58 | 51 | 44 | 39 | 33 | 29 | 25 | 22 | 70 | 61 | 53 | 46 | 40 | 35 | 30 | 26 | 22 | 20 | 63 | 55 | 48 | 42 | 36 | 31 | 26 | 23 | 20 | 17 | 57 | 49 | 42 | 37 | 32 | 28 | 23 | 20 | 18 | 14 | 50 | 44 | 38 | 33 | 28 | 24 | 20 | 17 | 15 | 12 |
| 4.2 | 77 | 62 | 57 | 50 | 43 | 37 | 32 | 28 | 24 | 21 | 69 | 60 | 52 | 45 | 39 | 34 | 29 | 25 | 21 | 18 | 62 | 55 | 47 | 41 | 35 | 30 | 25 | 22 | 19 | 16 | 56 | 49 | 42 | 37 | 32 | 27 | 22 | 19 | 17 | 14 | 50 | 43 | 37 | 32 | 28 | 24 | 20 | 17 | 14 | 12 |
| 4.4 | 76 | 61 | 56 | 49 | 42 | 36 | 31 | 27 | 23 | 20 | 69 | 60 | 51 | 44 | 38 | 33 | 28 | 24 | 20 | 17 | 62 | 54 | 46 | 40 | 34 | 29 | 24 | 21 | 18 | 15 | 56 | 49 | 42 | 36 | 31 | 27 | 22 | 19 | 16 | 13 | 50 | 43 | 37 | 32 | 27 | 23 | 19 | 16 | 13 | 11 |
| 4.6 | 76 | 60 | 55 | 47 | 40 | 35 | 30 | 26 | 22 | 19 | 69 | 59 | 50 | 43 | 37 | 32 | 27 | 23 | 19 | 15 | 62 | 53 | 45 | 39 | 33 | 28 | 24 | 21 | 17 | 14 | 56 | 49 | 41 | 35 | 30 | 26 | 21 | 18 | 16 | 13 | 50 | 43 | 36 | 31 | 26 | 22 | 18 | 15 | 13 | 10 |
| 4.8 | 75 | 59 | 54 | 46 | 39 | 34 | 28 | 25 | 21 | 18 | 68 | 58 | 49 | 42 | 36 | 31 | 26 | 22 | 18 | 14 | 62 | 53 | 45 | 38 | 32 | 27 | 23 | 20 | 16 | 13 | 56 | 48 | 41 | 34 | 29 | 25 | 21 | 18 | 15 | 12 | 50 | 43 | 36 | 31 | 26 | 22 | 18 | 15 | 12 | 09 |
| 5.0 | 75 | 59 | 53 | 45 | 38 | 33 | 28 | 24 | 20 | 16 | 68 | 58 | 48 | 41 | 35 | 30 | 25 | 21 | 18 | 14 | 61 | 52 | 44 | 36 | 31 | 26 | 22 | 19 | 16 | 12 | 56 | 48 | 40 | 34 | 28 | 24 | 20 | 17 | 14 | 11 | 50 | 42 | 35 | 30 | 25 | 21 | 17 | 14 | 12 | 09 |
| 6.0 | 73 | 61 | 49 | 41 | 34 | 29 | 24 | 20 | 16 | 11 | 66 | 55 | 44 | 38 | 31 | 27 | 22 | 19 | 15 | 10 | 60 | 51 | 41 | 35 | 28 | 24 | 19 | 16 | 13 | 09 | 55 | 45 | 37 | 31 | 25 | 21 | 17 | 14 | 11 | 07 | 50 | 42 | 34 | 29 | 23 | 19 | 15 | 13 | 10 | 06 |
| 7.0 | 70 | 58 | 45 | 36 | 30 | 27 | 21 | 18 | 14 | 08 | 64 | 53 | 41 | 35 | 28 | 24 | 19 | 16 | 12 | 07 | 58 | 48 | 38 | 32 | 26 | 22 | 17 | 14 | 11 | 06 | 54 | 43 | 35 | 30 | 24 | 20 | 15 | 12 | 09 | 05 | 49 | 41 | 32 | 27 | 21 | 18 | 14 | 11 | 08 | 05 |
| 8.0 | 68 | 55 | 42 | 35 | 27 | 23 | 18 | 15 | 12 | 06 | 62 | 50 | 38 | 32 | 25 | 21 | 17 | 14 | 11 | 05 | 57 | 46 | 35 | 29 | 23 | 19 | 15 | 13 | 10 | 05 | 53 | 42 | 33 | 28 | 22 | 18 | 14 | 11 | 08 | 04 | 49 | 40 | 30 | 25 | 19 | 16 | 12 | 10 | 07 | 03 |
| 9.0 | 66 | 52 | 38 | 31 | 25 | 21 | 16 | 14 | 11 | 05 | 61 | 49 | 36 | 30 | 23 | 19 | 15 | 13 | 10 | 04 | 56 | 45 | 33 | 27 | 21 | 18 | 14 | 12 | 09 | 04 | 52 | 40 | 31 | 26 | 20 | 16 | 12 | 10 | 07 | 03 | 48 | 39 | 29 | 24 | 18 | 15 | 11 | 09 | 07 | 03 |
| 10.0 | 65 | 51 | 36 | 29 | 22 | 19 | 15 | 11 | 09 | 04 | 59 | 46 | 33 | 27 | 21 | 18 | 14 | 11 | 08 | 03 | 55 | 43 | 31 | 25 | 19 | 16 | 12 | 10 | 08 | 03 | 51 | 39 | 29 | 24 | 18 | 15 | 11 | 09 | 07 | 02 | 47 | 37 | 27 | 22 | 17 | 14 | 10 | 08 | 06 | 02 |

* جدول خلاصه شده ، برای جدول کامل به « کتاب مرجع روشنائی IES » ، چاپ ۱۹۸۱ ، جلد مرجع یا مطبوعات سازندگان تجهیزات روشنائی مراجعه کنید.

† سقف ، کف یا کف ناحیه ای.

omoorepeyman.ir

| | نوع D | نوع SD | نوع G | نوع SI | نوع I |
|---|---|---|---|---|---|
| | ٪۱۰-۰ | ٪۴۰-۱۰ | ٪۶۰-۴۰ | ٪۹۰-۶۰ | ٪۱۰۰-۹۰ |
| بالا | |  |  | | |
| پایین | | | | | |
| | ٪۹۰-۱۰۰ | ٪۶۰-۹۰ | ٪۶۰-۴۰ | ٪۴۰-۱۰ | ٪۱۰-۰ |
| | مستقیم | نیمه مستقیم | پخش همه جانبه | نیمه غیرمستقیم | غیرمستقیم |

**شکل ۳-۴** طبقه بندی سیستم های روشنائی

**منابع نور:** بطور کلی سه نوع منبع نور مورد استفاده قرار میگیرد : التهابی ، تخلیه با شدت زیاد ( HID - جیوه ، متال هالید، سدیم کم فشار و سدیم پرفشار ) و فلورسنت . هر سه نوع منبع بطور گسترده ای در کارخانه های صنعتی و روشنائی صنعتی بکار گرفته میشوند و هر یک از آنها مشخصات ، مزایا و معایب خاص خود را نیز دارند. از نقطه نظر نگهداری ، سوختگی در هر بیلیون لومن ساعت ( جدول ۳-۴ ) یا دفعات تعویض لامپی که برای یک مقدار نور مشخص مورد نیاز است ، عامل مهمی بحساب می آید. اما، این عامل را باید بوسیله سایر عوامل مانند استفاده از تعداد چراغ لازم یا چراغهائی که به قدر کافی نزدیک بهم نصب می شوند برای ایجاد شدت روشنائی رضایت بخش تعدیل نمود.

رنگ نوری که انواع مختلف منابع نور ایجاد می کنند بسیار متفاوت است . بطور کلی ، نور لامپهای التهابی بعنوان « رنگ گرم » یا سفید مایل به زرد توصیف میشود. همچنین نور لامپ های التهابی تنگستن - هالوژن اندکی سفید تر از نور لامپ های معمولی استاندارد است. نور لامپهای بخار جیوه ، شفاف یک رنگ سفید آبی - سبز خاص است . باوجود این لامپهای بخار جیوه نیز که رنگ آنها سفید سرد یا سفید گرم است ، بعنوان لامپ هائی که رنگشان تصحیح شده ، بنام سفید دولوکس یا استایلتون ( Styletone ) موجود هستند. لامپهای متال هالید، رنگ سفید سرد مشخصی را ایجاد میکنند که برای استفاده در بسیاری از مکانهای صنعتی که تمایز رنگ اندکی مورد نیاز است، رضایت بخش میباشند. نوع سوم ، که جدیدترین منبع از منابع نور HID ، یعنی لامپهای سدیم پرفشار است ، یک رنگ سفید طلائی ایجاد میکنند که با نور خورشید هماهنگی کاملاً خوبی دارد. لامپ های سدیم کم فشار با بازده بالا و نور زرد تک رنگشان ، روشنائی مناسب را از نظر آرامش خاطر و جهت یابی فراهم مي آورند.

رنگ لامپهای مختلف اغلب برحسب کلوین K بیان میشود. مثلاً ، لامپ فلورسنت سفید گرم دارای رنگ k ۳۰۰۰ و لامپ سفید سرد دارای رنگ k ۴۱۰۰ است. اما لامپ هائی که دمای رنگ مشابهی هم دارند، ممکن است از نظر توانائی در تعبیر دقیق رنگ ها متفاوت باشند که این موضوع با اندیس تعبیر رنگ ( CRI ) نشان داده میشود. با مراجعه به جدول ۴-۴ معلوم میشود که لامپهای سفید سرد و سفید سرد دولوکس تقریباً دمای رنگ یکسانی دارند، لیکن CRI آنها بطور قابل توجهی متفاوت است . همچنین هر لامپی، یا خروجی نور بالا و یا CRI بالایی دارد ولی فاقد هر دوی اینها بطور یکجا میباشد. اخیراً، سازندگان لامپ این نقیصه را با معرفی لامپهای سه رنگ با عملکرد بالا که هم خروجی لومن بالا و هم CRI بالایی دارند، برطرف نموده اند.

omoorepeyman.ir

هر گاه تمایز رنگ مورد نظر باشد، میتوان از لامپهای فلورسنت با توزیع انرژی طیفی خاص که دمای ۵۰۰۰K (نزدیک به نور خورشید ظهر) یا دمای ۷۰۰۰K (نزدیک به نور آسمان در جهت شمال) ایجاد میکنند، استفاده نمود. اگر تطبیق زنگ مورد نظر باشد، باید با سازندگان تماس گرفت و از کمک و اطلاعات آنها در مورد آخرین انواع لامپهایی که مقدار CRI بالایی دارند، بهره گرفت.

برای آنکه حداکثر انعطاف پذیری در نتایج ایجاد روشنایی امکانپذیر شود، تمامی منابع سه گانه نور در اندازه ها و شکلهای گوناگونی ساخته میشوند. در کاربردهای صنعتی، منابع نوری که اندازه بزرگتری دارند، برای اغلب اهداف روشنایی عمومی معمولی ترند. با این حال در مواقعی که شدت روشنایی بالایی بر روی فعالیتهای بصری مورد نیاز باشد، معمولاً روشنایی موضعی ارجحیت دارد و در این موارد یا از لامپهای فلورسنت نزدیک به کار بصری و یا از لامپهای التهابی رفلکتوری گودتاب یا پهن تاب با توان کم میتوان استفاده نمود.

شدتهای روشنایی توصیه شده برای تولید (شکل ۸-۴) برحسب درجه دقت کارهای بصری متغیر است. این شدتها به طبقاتی تقسیم میشوند که طراح بکمک آنها روشنایی مطلوب را بسته بمورد استفاده آن فضا - کارهای بینایی، کارگران و سرعت و دقتی که برای انجام کارها لازم است، انتخاب میکند. برای صرفه جویی در انرژی مورد استفاده جهت روشنایی، توصیه میشود که شدتهای روشنایی مزبور بعنوان مقادیر در حال کار در نظر گرفته شوند. برای این کار، ممکن است استفاده از منابع نور با بالاترین بهره ضروری باشد. برخی تاسیسات روشنایی اخیر در کارخانجات صنعتی دارای چنین شدتهای لوکس (فوت - کاندل) بالاتری میباشند که برای کمک به ارتقاء تولید به سطوح اقتصادی و عملی مورد نیاز است.

**کیفیت روشنایی:** روندی که در روشنایی صنعتی دنبال میشود، قطعاً ارتقاء کیفیت است، روشنایی ای که عاری از چشم زدگی بوده و دارای حداقل تغییرات در درخشندگی با شدت روشنایی بسیار بالا باشد همچنین سطوح دیوارها، کفها، ماشینها و لوازم و تجهیزات را بطور کلی به رنگهای روشن رنگ آمیزی کرده و برای محدود کردن چشم زدگی مستقیم، رفلکتورها بنحوی صحیح جلوی نور را سپر کنند.

جهت همسویی با خواستهای صرفه جویی در انرژی، اغلب ایجاد روشنایی موضعی روی کارهای بصری و کاستن از شدتهای روشنایی عمومی مورد نظر قرار میگیرد. اما در بکارگیری روشنایی موضعی روی کارهای بصری باید دقت نمود که از چشم زدگی انعکاسی یا انعکاسهای حول و حوش موضوع دید یا هر دو اجتناب شود. این مشکل را میتوان با استقرار مناسب منبع نور نسبت به کار بصری و محل قرار گرفتن چشمهای کارگر بگونه ای حل کرد که نور از یک زاویه کوچک از هر دو طرف کارگر به کار بصری بتابد. با این حال، در هر پروژه روشنایی، ماهیت واقعی کار بصری، شکل و اندازه آن، پرداخت، رنگ و غیره را باید مورد توجه قرار داد وممکن است به این نتیجه برسیم که بسیاری از پروژه ها، سیستم روشنایی عمومی چراغهای آویزان یا سقفی، عملی تر و رضایت بخش تر از روشنایی موضعی برای هر کار بصری است. هر پروژه را باید براساس مسایل بینایی دقیق مربوطه بطور کامل مورد مطالعه قرار داد.

**طرحهای چراغ:** در سالهای اخیر، رفلکتورهای صنعتی لامپهای التهابی و بخار جیوه تغییرات کمتری داشته اند. نوع آلومینیومی، منشوری (Prismatic)، شیشه آینه ای و فولاد لعاب کاری شده این رفلکتورها در اندازه ها و انواع طرحهای توزیع نور، برای برآوردن خواستهای مختلف نصب در ارتفاعها و فواصل مختلف بین چراغها، موجود میباشند. تهویه از بالا، درست به همان مقدار و میزان که اگر تهویه نشده باشند، آنها را از سیاه شدگی یا بی رنگ شدن محافظت میکند.

امروزه انواع چراغهای فلورسنت صنعتی با شیارهای باز در رفلکتورهای آنها به بالا و ایجاد نور بسمت بالا سقف را کمی روشن میکنند. روندی که دنبال میشود، بزرگتر کردن واحدها و استفاده از لامپهای با شارنوری بالای (۸۰۰mA) فلورسنت با قطر کوچک (slimline) بمنظور تامین شدتهای بالاتر روشنایی لازم با حداقل ممکن تعداد چراغ است. در ساخت چراغهای فلورسنت صنعتی ویژگیهای نوری و مکانیکی بهتر بیش از پیش بکار گرفته میشود (جدول ۸-۴).

omoorepeyman.ir

**جدول ۸-۴ ویژگیهای اصلی یک چراغ فلورسنت صنعتی**

۱- واحد اصلی دو (یا چند لامپه) - برای کار با چوک دو لامپه.
۲- سپر کردن چشم زدگی مستقیم - ایجاد سپر برای ۳۰ تا ۴۵ درجه در هر دو جهت طولی و عرضی.
۳- توزیع نور بصورت مستقیم - با مولفهٔ نور بسمت بالای ۱۵ الی ۴۰ درصد.
۴ - با بهره زیاد - با خروجی نور کلی ۷۰ الی ۸۵ درصد.
۵ - بدنه خارجی دارای رنگ روشن - انعکاس ۳۰ درصد یا بیشتر در تمام سطوح خارجی یا سطوح جانبی با درخشندگی کم.
۶ - سطوح منعکس کننده با دوام - چینی سفید، لعاب پخته شده، آلومینیوم آلزاک (ALZAK) و غیره.
۷ - سهولت نگهداری - شبکه های (Louvers) قابل برداشتن با دسترسی آسان به لامپها و متعلقات آن.
۸ - خوب تهویه شده - برای ایجاد امکان کار لامپها و چوکها در دماهای طرح شده و ایجاد عمل خودپاکسازی.

## محاسبه روشنایی موجود

در طراحی سیستمهای روشنایی جدید معمول آن است که طراح روشنایی خواه آرشیتکت باشد، خواه مهندس برق، مشاور روشنایی، مهندس برق کارخانه یا مهندس نگهداری، پیمانکار برق و غیره، شدت متوسط روشنایی طرح را بالاتر از حداقل شدت روشنایی که قرار است حین کار تامین شود، انتخاب کند. بنابراین، طراح روشنایی از ضریبی بنام «ضریب نگهداری» (MF) که برای احتساب ضرایب اتلاف نور قابل بازیافت و ضرایب اتلاف نور غیرقابل بازیافت پیش بینی شده است،استفاده میکند. نمودارهاوجداولی تهیه شده است که به تحلیل ضرایب اتلاف نورپرداخته وبرای یک کارخانه صنعتی مشخص بادرجه کثیفی، بخارآب، گازهای قابل انفجار، بخارهای خورنده وغیره که درهوای داخل اتاق پراکنده شده، انباشتگی کثافات و گردوخاک روی چراغها، لامپها و روی دیوارها، سقف، کف، ماشینها و غیره و روشی که برای تعویض لامپهای سوخته بکار میرود، تنظیم ولتاژ برق و غیره، به برآورد ضریب نگهداری حین کار کمک میکند. برخی ازجداول ونمودارهای مزبور که اهمیت بیشتری دارد دراین فصل ذکر شده است.

زمانی که سیستم روشنایی انتخاب و نصب گردید، مهندس روشنایی باید توجه کند که در واقع شدت روشنایی اولیه ای که بهنگام نصب موجود است مهم نیست ، بلکه آنچه را که باید در نظر گرفت ، شدت روشنائی موجود در کارخانه یا کارگاه درهر لحظه خاص است. بنابراین چیزی که باید در نظر گرفته شود ، شدت روشنائی موجود یا همانطور که عمدتاً بدان اشاره میشود، شدت روشنائی درحین کار است. اهمیت شدت روشنائی « اولیه » تنها بعنوان یک نقطه مرجع یا کمیت روشنائی لوکس ( فوت - کاندل ) که بهنگام نو و تمیز بودن منابع نور ، چراغها و غیره و زمانیکه مقادیر انعکاس سقف ها، دیوارهای جانبی ، کف و ماشین ها و غیره همگی در بالاترین مقدار خود بوده اند، وجود داشته است. به این ترتیب ، تفاوت بین شدت روشنائی موجود و شدت روشنائی اولیه ، مقداری را برقرار میکند که وقتی بصورت درصدی از شدت روشنائی اولیه بیان شود، ضریب نگهداری روشنائی برای یک مدت زمان مشخص را نشان میدهد، مدت زمانیکه از ابتدای نصب تاسیسات تا زمانیکه سطح روشنائی « موجود » مورد بحث میباشد، سپری شده است .

روش کلی برای محاسبه روشنائی موجود درحین کار و درخشندگی فتومتریک (Luminance) در جدول ۹-۴ مطرح گردیده است . این روش شامل ۱۸ مرحله است که در چهار گروه اصلی تقسیم شده اند، شش مرحله اول ، گروه A - *اهداف ، مشخصات* را تشکیل میدهند. گروه B - *ضرایب اتلاف نور غیرقابل بازیافت* و گروه C - *ضرایب اتلاف نور قابل بازیافت* و گروه D - *محاسبات* هر یک چهار مرحله دارند. مراحل ۷ تا ۱۴ به ضرائب اتلاف نور مربوط میشوند و لذا ، آنچه از محاسبات مراحل ۱۵ تا ۱۸ بدست می آید ، شدت های روشنائی « موجود در حین کار » میباشد که درآن کاهش هائی که در مقادیر روشنائی اولیه در نتیجه اتلاف نور ناشی از ضرائب هشتگانه اتلاف نور در جدول ۹-۴ حاصل میشود منظور گردیده است.

بحث مختصری در هر یک از مراحل ۱۸ گانه که درجدول ذکر گردیده است، به تسهیل روش محاسبه کلی کمک نموده و موارد موثر بر محاسبات طرح را یادآور میشود.

omoorepeyman.ir

**جدول ۹-۴ مراحل محاسبه روشنائی و درخشندگی فتومتریک (Luminance) حین کار**

**A - اهـداف و مشخصـات**

۱- نوع کار بینائی

۲- کیفیت مورد نیاز

۳- کمیت مورد نیاز

۴- هوای محیط کار

۵- شرح مکان و نحوه استفاده ازآن

۶- انتخاب چراغ

**B - ضرایب اتلاف نور غیرقابل بازیافت ***

۷- دمای محیط چراغ

۸- ولتاژ چراغ

۹- ضریب چوک ( بالاست )

۱۰- استهلاک سطح چراغ

**C - ضریب اتلاف نور قابل بازیافت ***

۱۱- استهلاک سطح اتاق دراثر کثافت

۱۲- لامپهای سوخته

۱۳- استهلاک لومن لامپها

۱۴- استهلاک چراغها در اثر کثافت

**D - محاسبـات**

۱۵- ضریب اتلاف نور کل

۱۶- روشنائی و درخشندگی میانگین و نقطه ای

۱۷- طرح کلی

۱۸- مرور تطابق با اهداف

منبع : « کتاب مرجع روشنائی SEI » ، چاپ ۱۹۸۱ ، جلد مرجع ، بخش ۹ .

* اگر اتلافات بسیار بزرگ باشد، چراغها را از نو انتخاب کنید بطوریکه اتلاف کمتر شود.

† اگر هدف طرح و نیازهای بودجه برآورده نشده باشد ، فرآیند طراحی را باید از نو آغاز نمود.

## A - اهداف و مشخصات

۱ - *کار بینائی* ، علت اساسی انجام محاسبه طراحی و روشی که در اینجا مطرح میشود ، تامین روشنائی مناسب برای کار بینائی است. اطلاع و درک کامل احتیاجات بصری حائز اهمیت میباشد. لازم است ، ضمن توجه مخصوص به عواملی مانند درخشندگی زمینه چشم زدگی و انعکاسهای اطراف موضوع دید ، شدت روشنائی توصیه شده توسط انجمن مهندسی روشنائی برای انواع مختلف کارهای بینائی تامین شود.

۲ - *کیفیت مورد نیاز* ،برای دستیابی به بهترین نتایج بینائی و راحتی در دیدن ، ضرورت دارد که نیازهای بصری از قبیل نسبت های درخشندگی فتومتریک توصیه شده ، درخشندگی های چراغ ، معیارهای راحتی چراغ ، انعکاسهای اطراف موضوع دید ، تغییرات مجاز بین حداکثر و حداقل ،شدت روشنائی و نیازهای فیزیکی مانند درصد مجاز لامپهای سوخته و استانداردهای تمیزی که بر دوره های پاکسازی اثر میگذارد ، برآورده شوند.

۳- *کمیت مورد نیاز* ، بدیهی است که مقدار روشنائی مورد نیاز بسته به نوع کار بینائی متفاوت است . شدت های روشنائی توصیه شده ، بطور کلی در شکل ۹-۴ نشان داده شده است ( برای اطلاعات کاملتر به « کتاب مرجع روشنائی IES ، چاپ ۱۹۸۱ مراجعه کنید) . تغییرات مجاز بین حداکثر و حداقل شدت روشنائی و درصد قابل

omoorepeyman.ir

قبول لامپ های سوخته را باید مورد توجه قرار داد.

۴- *هوای مکان* ، این ضریب به هوا یا محیطی که سیستم روشنائی درآن کار میکند ، مربوط میشود ( جداول ۴-۱۰ و ۴-۱۱ را ببینید ). ضریب مزبور تحلیلی از افت نور ناشی از کثافت ارائه میدهد ، کثافات موجود در هوا دو منشاء دارد، کثافتی که از هوا یا محیط های مجاور منتقل میشود و کثافتی که از کاری که در هوای محیط انجام میشود، بوجود می آید. دراینجا کثافت بعنوان کثافت چسبنده ، جذب شونده یا خنثی طبقه بندی میشود که میتواند از منابع دوره ای یا ثابت سرچشمه گرفته باشد. کثافت چسبنده توسط چسبندگی خود بسطح چراغ می چسبد، درحالیکه کثافت جذب شونده توسط نیروی الکترواستاتیک نگهداشته میشود. تجمع کثافت خنثی از تقریباً هیچ بر روی سطوح قائم با حداکثر مقداری که سطوح افقی می توانند نگهدارند، قبل از اینکه کثافت به وسیله نیروی جاذبه یا گردش هوا جابجا شود متغیر خواهد بود. کثافت چسبنده ، شامل چربی ناشی از پخت و پز ، ذرات ناشی از کار ماشین که بوسیله بخار روغن منتقل میشوند، ذرات منتقل شده توسط بخارآب مانند ذرات موجود در یک رختشویخانه و دود و بخار ناشی از کارهای ریخته گری یا حوضچه های آبکاری میشود. کثافت جذب شونده شامل مو، پنبه و کتان ، الیاف یا ذرات خشکی که بطور الکترواستاتیکی درنتیجه کار ماشین آلات باردار شده باشند، خواهند بود. کثافت خنثی توسط ذرات غیرچسبنده غیرباردار مانند آرد خشک ، خاک اره ، خاکسترهای نرم و ریز معرفی میشود. جدول ۴-۱۰ پنج درجه از شرایط کثیف ، یعنی خیلی تمیز، تمیز، متوسط ، کثیف و خیلی کثیف را ذکر کرده و هریک را براساس انواع مختلف شرایط کثیف بودن تشریح نموده است . جدول ۴-۱۱ وسیله ای را برای ارزیابی هوای محیط کار ارائه میکند.

۵- *شرح محیط و استفاده از آن* ، طراح روشنائی ، یک شرح جامع و کامل از مکانی را که بناست روشن شود، لازم دارد. این شرح باید مشخصات فیزیکی مانند ابعاد اتاق ، انعکاسهای سطح اتاق ، محلهای استقرار کار یا سطح کار و مشخصات کار سیستم روشنائی از قبیل تعداد ساعات کار در روز ( تعداد ساعت کار در هربار استارت برای لامپ های فلورسنت و تخلیه الکتریکی با شدت زیاد یا HID ) و ساعات سالیانه استفاده از سیستم روشنائی را شامل شود.

۶- *انتخاب چراغ* ، انتخاب چراغی مشخص برای یک مکان مخصوص ، توجه تقریباً همزمان به عوامل متعددی را طلب میکند. انتخاب نوع چراغ برای یک کاربرد معین به الزامها و شرایط ذکر شده در مراحل ۲ تا ۵ ، از قبیل معیارهای راحتی بصری ، چشم زدگی انعکاسی ، شرایط جوی و عواملی مانند ارتفاع نصب ، طبقه بندی استهلاک ناشی از کثافت چراغ ، انتخاب لامپ ، شرایط نگهداری شامل پاکسازی، تعویض لامپ ، چراغ و ظاهر چراغ نصب شده، رنگ نور، اثرگرما ، زمان راه اندازی و راه اندازی دوباره ( چوک ) ، سطح نوفه ، تداخل رادیوئی، ارتعاش و قیمت تجهیزات بستگی دارد . ابتدا باید همه عوامل را بدقت آزموده و سپس با اختصاص وزن مناسب به هر چیزی که ممکن است بر روی انتخاب چراغ اثر بگذارد، آنها را مورد تجدید نظر قرار داد.

**B - ضرایب نوری غیرقابل بازیافت**

چهار ضریب اتلاف نور که تحت عنوان « غیرقابل بازیافت » درجدول ۴-۹ ذکر شده است ، معمولاً توسط روشهای نگهداری روشنائی کنترل نمی شوند، با این حال وقتی حقایق اساسی مربوط به کار بینائی ، مکانی که باید روشن شود و نوع چراغ انتخاب شده برای روشنائی مشخص گردید، ضرائب مزبور را باید مورد مطالعه قرار داد، چنانچه خروجی نور بطور محسوسی تحت تاثیر هریک از این چهار مورد قرار گیرد، مراتب باید به مدیریت گزارش شود.

omoorepeyman.ir

**جدول ۱۰-۴** پنج درجـه از شرایط کثیف

| شرایط کثیفی | درجه تمیزی | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | خیلی تمیز | تمیز | متوسط | کثیف | خیلی کثیف |
| کثافت ایجاد شده درمحل | هیچ | خیلی کم | قابل توجه،اما نه زیاد | بسرعت انباشته میشود | انباشتگی دائم |
| کثافت وارده از محیط اطراف | هیچ (یا چیزی وارد محیط نمیشود) | کم(تقریباً چیزی وارد نمیشود) | کمی وارد مکان میشود | مقدار زیادی وارد مکان میشود | تقریباً همه اش وارد مکان میشود |
| خارج کردن یا فیلتر کردن | عالی | بهتر ازحد متوسط | کمتر از حد متوسط | اگرباشند بادبزنها یا پنکه ها | هیچ |
| چسبندگـی | هیچ | کم | آنقدر که پس از چند ماه قابل رویت باشد | زیاد- احتمالاً بدلیل روغن، رطوبت، مواد بارالکتریکی | زیاد |

مثالها:

خیلی تمیز : دفاتر سطح بالا دور از اماکن تولید ، آزمایشگاهها، اطاقهای تمیز.

تمیـــز : دفاتری که در ساختمانهای قدیمی تر یا نزدیک به اماکن تولید قرار دارند، مونتاژ سبک ، بازرسی.

متوسـط : دفاتر کارخانه، پردازش کاغذ ، ماشین کاری سبک .

کثیـف : موتورخانه ها، چاپخانه هایی با سرعت بالا، پردازش لاستیک .

خیلی کثیف : شبیه به کثیف با این تفاوت که چراغها در تماس نزدیک با آلودگی قرار دارند.

مبنع : « کتاب مرجع روشنائی IES » ، چاپ ۱۹۸۱ ، جلد مرجع ، شکل ۴-۹

omoorepeyman.ir

**جدول ۱۰-۴** پنج درجـه از شرایط کثیف

| شرایط کثیفی | درجه تمیزی | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | خیلی تمیز | تمیز | متوسط | کثیف | خیلی کثیف |
| کثافت ایجاد شده در محل | هیچ | خیلی کم | قابل توجه، اما نه زیاد | بسرعت انباشته میشود | انباشتگی دائم |
| کثافت وارده از محیط اطراف | هیچ (یا چیزی وارد محیط نمیشود) | کم (تقریباً چیزی وارد نمیشود) | کمی وارد مکان میشود | مقدار زیادی وارد مکان میشود | تقریباً همه اش وارد مکان میشود |
| خارج کردن یا فیلتر کردن | عالی | بهتر ازحد متوسط | کمتر از حد متوسط | اگـر باشـند بادبزنـها یـا پنکه ها | هیچ |
| چسبندگـی | هیچ | کم | آنقدر که پس از چند ماه قابل رویت باشد | زیاد - احتمالاً بدلیل روغن، رطوبت، مواد بار الکتریکی | زیاد |

مثالها:

خیلی تمیز: دفاتر سطح بالا دور از اماکن تولید ، آزمایشگاهها، اطاقهای تمیز.

تمیـز : دفاتری که در ساختمانهای قدیمی تر یا نزدیک به اماکن تولید قرار دارند، مونتاژ سبک ، بازرسی.

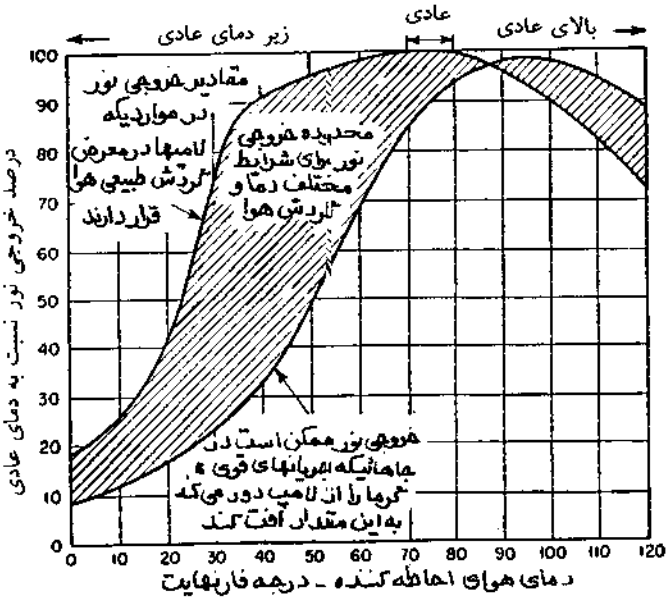
متوسط : دفاتر کارخانه، پردازش کاغذ ، ماشین کاری سبک .

کثیـف : موتورخانه ها، چاپخانه هایی با سرعت بالا، پردازش لاستیک .

خیلی کثیف : شبیه به کثیف با این تفاوت که چراغها در تماس نزدیک با آلودگی قرار دارند.

مبنـع : « کتاب مرجع روشنائی IES » ، چاپ ۱۹۸۱ ، جلد مرجع ، شکل ۴-۹

omoorepeyman.ir




**شکل ۴-۴** اثر دما بر بهره لامپ فلورسنت

۷- *دمای محیط چراغ* ، دماهائی که تغییرات قابل ملاحظه ای داشته باشند و بالاتر یا پائین تر از دماهای معمولی داخل اماکن هستند، بر بهره لامپ های فلورسنت تاثیر میگذارند ( شکل ۴-۴ ). بنابراین ، چراغهای فلورسنتی که درون سقف کار گذاشته میشوند ، لازم است دارای طرحی مناسب و امکان تهویه باشند تا برای تحصیل کامل نور خروجی، دمای محیط نزدیک به دمای نرمال (۲۱°c تا ۲۷°c) یا (۷۰°F تا ۸۰°F) نگهداشته شود . تغییرات دما اثر ناچیزی بر خروجی نور منابع نور التهابی و تخلیه الکتریکی با شدت زیاد ( HID ) دارد.

۸- *ولتاژ چراغ* ، برای دستیابی به حداکثر بهره خروجی نور باید لامپ های الکتریکی در ولتاژهای نامی طراحی شده کار کنند، بعبارت دیگر، وقتی لامپهای با ولتاژ نامی ۱۲۰ ولت برای روشن کردن چراغی بکار میرود ، ولتاژ در حال کار در سرپیچهای لامپ باید ۱۲۰ ولت باشد. ولتاژ بالا یا پائین در چراغ بر خروجی نور اکثر آنها تاثیر میگذارد. در مورد لامپهای التهابی، برای هر ۱ درصد انحراف در ولتاژ، یک تغییر۳ درصدی در لومن آن حاصل میشود. در مورد لامپهای تخلیه با فشار زیاد، درصورت استفاده از تثبیت کننده های با خروجی تنظیم شده، عملاً تغییری در خروجی نور بوجود نمیآید. درمورد لامپهای فلورسنت نیز تغییرات خروجی نور درنتیجه انحراف از ولتاژ نسبتاً کم است.

۹- *ضریب تثبیت ( چوک )* ، مشخصات کار چوک هائی که در چراغهای یک تاسیسات روشنائی استفاده میشود نباید بطور محسوسی با چوکی که در فتومتری واقعی چراغ بکار میرود، تفاوت داشته باشد. هرگاه ابهامی در نحوه کار پیش آید، باید برای کسب اطلاعات ضروری از ضرائب تثبیت با سازندگان مشورت نمود .

۱۰- *استهلاک سطح چراغ* ، سطوح شیشه ای ، چینی و آلومینیوم پرداخت شده ، استهلاک ناچیزی داشته و می توانند پس از پاکسازی مقادیر انعکاس اولیه خود را بازیابند. درمورد سطوح لعاب پخته و سایر سطوح رنگ آمیزی شده و نیز برخی مواد پلاستیکی ممکن است پس از طی مدت های مدید ، بخصوص در بعضی شرایط جوی ، به مقدار کم مستهلک شوند، قضاوتی دقیق برای برآورد هر نوع افت در روشنائی که ناشی از این نوع استهلاک است لازم خواهد بود. هیچ آمار کلی در این مورد در دست نیست .

omoorepeyman.ir

## جدول ۴-۱۱ ارزیابی محیط کار

ضرایبی که در جدول استفاده میشود :

۱- تمیزترین شرایطی که میتوان تصور کرد

۲- تمیز ولی نه تمیزترین

۳- متوسط

۴- کثیف ولی نه کثیف ترین

۵- کثیف ترین شرایطی که میتوان تصور کرد

| محل | نوع کثافت | | |
|---|---|---|---|
| | چسبنده | جذب شونده | خنثی |
| مکانی نزدیک به مکان کار | | | |
| کثافت دوره ای | | | |
| کثافت مستمر | | | |
| کل | | | |
| ضریب فیلتر( ٪ کثافتی که عبور میکند) | | | |
| محیط احاطه کننده محل کار | | | |
| از مکانهای مجاور | | | |
| کثافت دوره ای | | | |
| کثافت مستمر | | | |
| زیر کل | | | |
| کل ضرائب کثافت = FF ( | + | + | ) |

ضریب فیلتر=FF

راهنمای ارزیابی : خیلی تمیز = ۱۲- ۰

تمیز = ۱۳-۲۴

متوسط = ۲۵-۳۶

کثیف = ۳۷-۴۸

خیلی کثیف= ۴۹-۶۰

منبع : « کتاب مرجع روشنائی IES » ، چاپ ۱۹۸۱ ، جلد مرجع ، شکل ۳-۹

### C - ضرایب اتلاف نور قابل بازیافت

چهار عامل اتلاف نور را نیز میتوان توسط روشهای نگهداری روشنائی ، کنترل و تصحیح نمود.

*۱۱ - استهلاک ناشی از کثیفی سطح اتاق* ، هنگامیکه کثافت بر روی سطوح اتاق جمع شود ، مقدار نوری که به سطح کار منعکس شده یا انعکاس متقابل میکند، کاهش می یابد . در محاسبه شدتهای روشنائی متوسط موجود ، از ضرایب استهلاک ناشی از کثیفی سطح اتاق (RSDD) استفاده میشود. برای تعیین استهلاک مورد انتظار در اثر کثیفی از اطلاعاتی که در مرحله ۴ بالا و منحنی های شکل ۵-۴ بدست میآید، استفاده کنید سپس با داشتن ضریب استهلاک مورد انتظار ناشی از کثیفی ، نوع توزیع نور چراغ (مرحله ۶) و نسبت ناحیه ای اتاق (RCR) برای اندازه مکانی که باید روشن شود ، تعیین ضریب RSDD از جدول ۱۲-۴ امکانپذیر خواهد بود.

omoorepeyman.ir

*۱۲- لامپهای سوخته* ، سوختگی لامپها نیز در اتلاف نور سهیم می باشد. اگر لامپهائی که می سوزندبلافاصله تعویض نشوند، شدت روشنائی متوسط نیز به تناسب کاهش خواهد یافت . ضریب سوختگی لامپ ( LBO ) برای حداکثر مجاز سوختگی ، عبارت است از نسبت لامپهای روشن به کل لامپها. مراجعه به آمار فناپذیری لامپ ها که از طرف سازندگان منابع نور برای کارکرد انواع لامپها ارائه میشود برای تعیین تعداد لامپهائی که انتظار سوختن آنها، پیش از فرارسیدن زمان برنامه ریزی شده برای تعویض آنها می رود ، ضرورت دارد. درعمل، کمیت سوختگی لامپها توسط کیفیت برنامه ای که برای سرویس روشنائی در روش طراحی اولیه در مد نظر بوده است و نیز کیفیت عملکرد فیزیکی آن برنامه تعیین میشود.

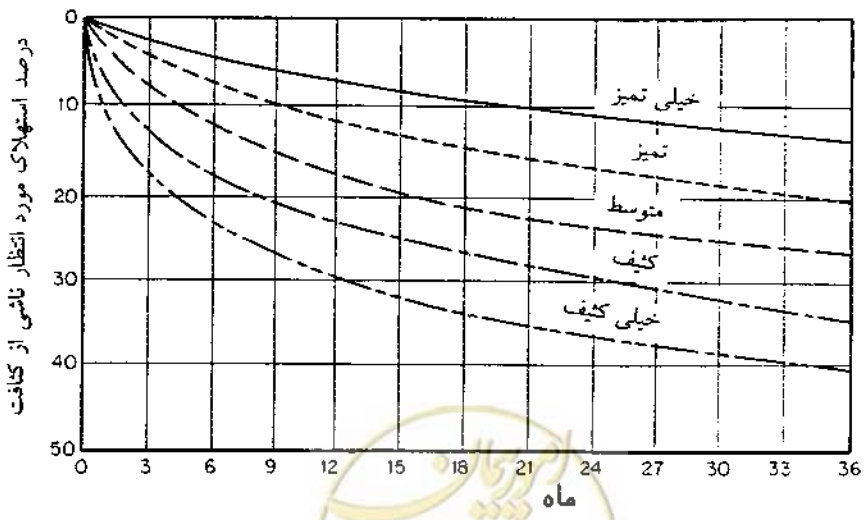
*۱۳- استهلاک لومن لامپ*، استهلاک لومن لامپ، (LLD)، عاملی است که استهلاک روشنائی را بدلیل کهنگی منابع نور در مدت زمان معین، یعنی براساس ساعات روشن ماندن، به حساب می آورد. سازندگان منابع نور، جداولی برای LLD تهیه میکنند که معنی آن نمایش درصد خروجی نور لامپ در تقریباً ۷۰ درصد عمر نامی لامپ است. هفتاد درصد عمر نامی متوسط یک نوع لامپ، حداقل مقداریست، که وقتی در تاسیساتی فرابرسد لامپهای سوخته فوراً تعویض میشوند، خواه تعویض پیش بینی شده لامپها ، یک برنامه تعویض گروهی باشد و خواه یک برنامه تعویض اتفاقی (موردی) باشد.

*۱۴- استهلاک ناشی از کثیفی چراغ* ، همچنان که کثافت و گرد و خاک برروی چراغ انباشته میشود ،در خروجی نور چراغ و بنابراین در نوری که بر سطح کار یا کار بصری میرسد ، اتلاف بوجود می آید. اتلاف مزبور بعنوان استهلاک ناشی از کثیفی چراغ ( LLD ) شناخته میشود، این ضریب را میتوان بصورت ریز تعیین کرد :

۱- با استفاده از داده های سازنده یا جدول ۱۳-۴ ، تعیین کنید که چراغ از نظر نگهداری در کدام گروه بندی قرار دارد.

۲- بکمک مرحله ۴ و جداول ۱۰-۴ و ۱۱-۴ تعیین کنید که چراغ در چه هوائی (درجه وضعیت کثیف)، قرار است مورد استفاده قرار گیرد.

از شکل ۶-۴ منحنی وضعیت کثیفی مورد نظر را انتخاب نموده و با استفاده از زمان مناسب سپری شده برحسب ماههای دوره طرح ریزی شده پاکسازی ، ضریب استهلاک ناشی از کثیفی چراغ ( LDD ) را تعیین کنید.
(مثال: اگر چراغ در گروه بندی I قرار داشته باشد و محیط کثیف بوده و دوره پاکسازی ۱۸ ماه باشد، LDD برابر با ۰/۸۱ خواهد بود).




**شکل ۵-۴** استهلاک مورد انتظار ناشی از کثافت به درصد («کتاب مرجع روشنائیIES»، چاپ ۱۹۸۱،جلد مرجع)

omoorepeyman.ir

**D - محاسبات**

بکمک ضرایبی که از ۱۴ مرحله پیش بدست آمد ، روش محاسبه ، اکنون روشی بسیار ساده خواهد بود.

*۱۵- ضریب اتلاف نور کل* ، بمنظور تعیین ضریب اتلاف نور کل ( LLF ) ، تنها باید تمامی ضریب های اتلاف نور را مانند زیر درهم ضرب کرد :

LLF = ۷ مرحله x ۸ مرحله x . . . x ۱۳ مرحله x ۱۴ مرحله

در مواردی که ضریبی معلوم نبوده یا مورد نداشته باشد، برابر واحد فرض میشود، در مواردی که LLF کل بیش از حد بنظر آید، میتوان چراغ دیگری را انتخاب نموده و محاسبات دیگری را انجام داد.

**جدول ۱۲-۴** افت ناشی از کثیفی سطح اتاق

| نسبت گودال اتاق | نوع توزیع چراغ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مستقیم | | | | نیمه مستقیم | | | | مستقیم-غیرمستقیم | | | | نیمه غیرمستقیم | | | غیرمستقیم | | |
| | ٪ افت مورد انتظار ناشی از کثیفی | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 10 | 20 | 30 | 40 | 10 | 20 | 30 | 40 | 10 | 20 | 30 | 10 | 20 | 30 |
| 1 | 98 | 96 | 94 | 92 | 97 | 92 | 88 | 84 | 94 | 89 | 80 | 76 | 94 | 87 | 80 | 90 | 80 | 70 |
| 2 | 98 | 96 | 94 | 92 | 96 | 92 | 88 | 83 | 94 | 87 | 80 | 75 | 94 | 87 | 79 | 92 | 80 | 69 |
| 3 | 98 | 95 | 93 | 90 | 96 | 91 | 87 | 82 | 94 | 86 | 79 | 74 | 94 | 86 | 78 | 90 | 79 | 68 |
| 4 | 97 | 95 | 93 | 90 | 95 | 90 | 85 | 80 | 94 | 86 | 79 | 73 | 94 | 86 | 78 | 89 | 78 | 67 |
| 5 | 97 | 94 | 91 | 89 | 94 | 90 | 84 | 79 | 93 | 86 | 78 | 72 | 93 | 86 | 77 | 89 | 78 | 66 |
| 6 | 97 | 94 | 91 | 88 | 94 | 89 | 83 | 78 | 93 | 85 | 78 | 71 | 93 | 85 | 76 | 89 | 77 | 66 |
| 7 | 97 | 94 | 90 | 87 | 93 | 88 | 82 | 79 | 93 | 84 | 77 | 70 | 93 | 84 | 76 | 89 | 76 | 65 |
| 8 | 86 | 93 | 89 | 86 | 93 | 87 | 81 | 75 | 93 | 84 | 76 | 69 | 93 | 84 | 76 | 88 | 76 | 64 |
| 9 | 96 | 92 | 88 | 85 | 93 | 87 | 80 | 74 | 93 | 84 | 76 | 68 | 93 | 84 | 75 | 88 | 75 | 63 |
| 10 | 96 | 92 | 87 | 83 | 93 | 86 | 79 | 72 | 93 | 84 | 75 | 67 | 92 | 83 | 75 | 88 | 75 | 62 |

تمامی ضرایب RSDD نشانداده شده ، به درصد بیان شده است ، بعنوان مثال ، وقتی برای RSR5 و درصد افت مورد انتظار ناشی از کثیفی ۳۰ برای چراغ نوع مستقیم ، عدد ۹۱ نشان داده شده منظور آنست که ضریب RSDD ، ۹۱/۱۰۰ درصد یا ۰/۹۱ است .

منبع : « کتاب مرجع روشنائی IES » ، چاپ ۱۹۸۱ ، جلد مرجع ، شکل ۷-۹ .

*۱۶- روشنائی و درخشندگی فتومتریک متوسط و نقطه ای* ، در تحلیلی که تا اینجا بعمل آمد، هدف مورد بینائی و الزامات آن از نظر کیفی و کمی تعیین شده است. همچنین ، مقداری که اتلاف نور را نشان میدهد و باید برآن غلبه نمود، محاسبه گردید. حال میتوان با بکار بردن این ضرایب در روش ساده لومن در شکل ۲-۴ یا روش دقیقتر تقسیم ناحیه ای که قبلاً توصیف شد ، روشنائی میانگین را محاسبه نمود. جهت محاسبه روشنائی در یک نقطه ، از روش عکس مجذور فاصله مربوط به محاسبات نقطه ای استفاده میشود. در این روش ، از این اصل استفاده میشود که شدت روشنائی با شدت نور منبع در جهتی معین نسبت مستقیم و با مجذور فاصله از منبع نسبت عکس دارد.

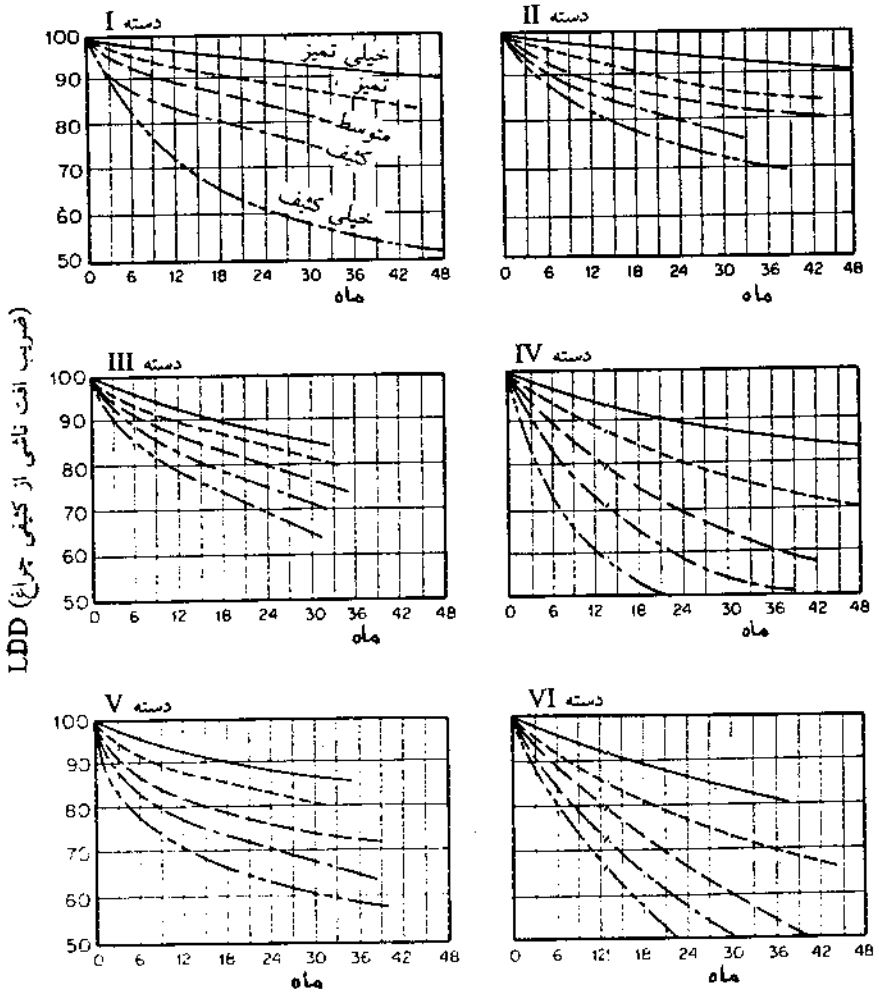
*۱۷- طرح استقرار چراغها*، درتهیه یک طرح استقرار چراغها، با معلوم بودن تعداد چراغهائی که برای ایجاد روشنائی کار میانگین تعیین شده ضروری است باید ابعاد محل ، نوع چراغ و توزیع نور آن، خواستهای یکنواختی روشنائی و ظاهر ، همگی را بدقت مورد توجه قرار داد.

*۱۸- بازنگری تطابق با اهداف*، با تکمیل عملیات طراحی، طراح باید نتایج حل مسئله را مرور کند تا معین شود که جواب بدست آمده ، اهداف مورد نظر برای کیفیت و کمیت روشنائی را برآورده کرده و با مشخصات کار انطباق کامل دارد. اگر هیچیک از اهداف طرح و خواستهای بودجه حاصل نشده باشند، باید عملیات طراحی را مجدداً آغاز نمود.

**ضرائب اتلاف نور:** بمنظور تعیین نوع برنامه نگهداری که برای یک تاسیسات روشنائی خاص مورد نیاز است ، مهندس نگهداری کارخانه باید بتواند اتلاف نور ناشی از هر یک از ضرایب اتلاف نور را بدقت تعیین و بطور منتقدانه ارزیابی کند. در جدول ۹-۴ ، گروههای B و C ، هشت مورد (موردهای ۷ تا ۱۴) را نام برده است که ضرایب اتلاف نوری

omoorepeyman.ir

را که باید در روشهای محاسبات روشنائی برای شدت های روشنائی موجود درنظر گرفت، نشان میدهد. اما ، از نقطه نظر مهندس نگهداری، برای یک تاسیسات روشنائی که اجرا شده و درحال کار است، شش ضریب اتلاف نور وجود دارد که همانگونه که در زیر تشریح و بحث شده است ، مسئولیت ۹۰ درصد یابیشتر اتلاف نور در هر سیستم روشنائی موجود را بعهده دارد. این ضرایب ششگانه در جدول ۱۹-۴ ذکر گردیده اند.



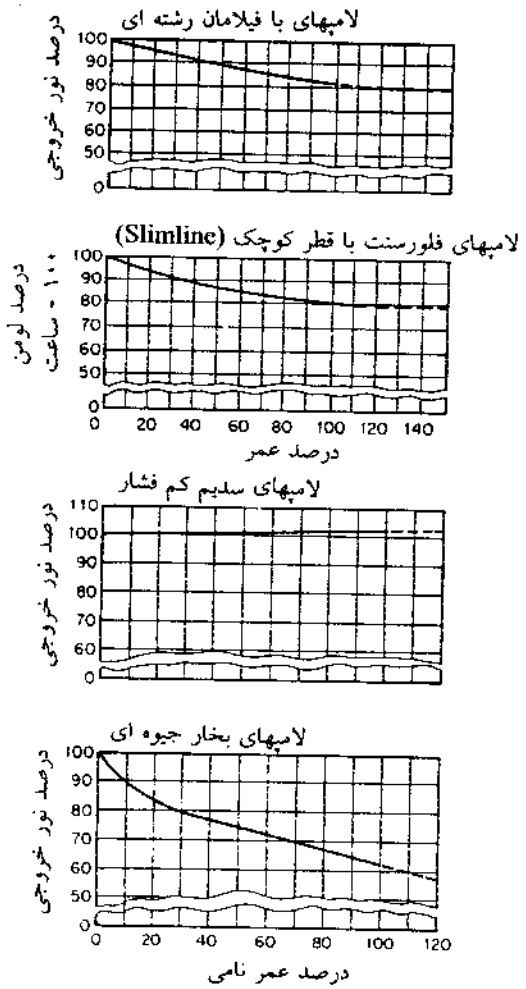

**شکل ۶-۴** ضرایب افت ناشی از کثیفی چراغ ( LDD ) برای شش طبقه بندی چراغ (I تاVI) و برای پنج درجه کثیفی که طبق جدول ۱۰-۴ یا ۱۱-۴ تعیین میشوند. ( «کتاب مرجع روشنائی IES»، چاپ ۱۹۸۱، جلد مرجع).

**استهلاک لامپ :** لومن خروجی منابع نور بمرور زمان ، یعنی با تعداد ساعاتی که لامپ روشن نگهداشته میشود، کاهش می یابد. این کاهش در خروجی نور، استهلاک لومن نامیده میشود و مشخصه ذاتی تمام لامپها است (شکل ۷-۴). برای بهبود مشخصه ذاتی لامپها کاری از دست مصرف کنندگان بر نمی آید ،با این حال ، با ثابت نگاهداشتن ولتاژ سرپیچها در ولتاژ نامی لامپ میتوان افت لومن را در یک مقدار حداقل نگهداشت ، همچنین با تعویض گروهی میتوان اثرات استهلاک لومن را در کل سیستم روشنائی کاهش داد.

در لامپهای التهابی، رشته بتدریج در اثر کار لامپ بخار میشود و بخار تنگستن بر روی حباب نشسته و سبب تیرگی حباب میگردد. این عمل باعث میشود که رشته بتدریج نازک شده و بنابراین توان کمتری مصرف کند.

بدین ترتیب ، همچنان که از لامپ استفاده میشود، بدلیل پائین آمدن دمای رشته و تیره شدن حباب ، خروجی

omoorepeyman.ir




**شکل ۷-۴ منحنی نمونه استهلاک لومن لامپها (کمپانی جنرال الکتریک)**

omoorepeyman.ir

## جدول ۱۳-۴ روش تعیین طبقه چراغها از نظر بهره برداری

| طبقه بندی | محفظه بالای سر | محفظه زیرین |
|---|---|---|
| I | ۱- ندارد | ۱- ندارد |
| II | ۱- ندارد<br>۲- شفاف با جریان نور بالا از منافذ ۱۵٪ یا بیشتر<br>۳- نیم شفاف با کمتر از ۱۵٪ نور بالا از منافذ<br>۴- مات یا کمتر از ۱۵٪ نور بالا از منافذ | ۱- ندارد<br>۲- کرکره با سطوح شفاف یا مات |
| III | ۱- شفاف با جریان نور از منافذ بالا کمتر از ۱۵٪<br>۲- نیم شفاف با جریان نور از منافذ بالا کمتر از ۱۵٪<br>۳- مات با جریان نور از منافذ بالا کمتر از ۱۵٪ | ۱- ندارد<br>۲- کرکره با سطوح شفاف یا مات |
| IV | ۱- شفاف بدون منافذ<br>۲- نیم شفاف بدون منافذ<br>۳- مات بدون منافذ | ۱- ندارد<br>۲- کرکره |
| V | ۱- شفاف بدون منافذ<br>۲- نیم شفاف بدون منافذ<br>۳- مات بدون منافذ | ۱- شفاف بدون منافذ<br>۲- نیم شفاف بدون منافذ |
| VI | ۱- ندارد<br>۲- شفاف بدون منافذ<br>۳- نیم شفاف بدون منافذ<br>۴- مات بدون منافذ | ۱- شفاف بدون منافذ<br>۲- نیم شفاف بدون منافذ<br>۳- مات بدون منافذ |

* **یادداشت :** طبقه بندی چراغها در شش گروه نگهداری (I تا VI) تعیین ضرایب افت ناشی از کثیفی چراغ (LDD) را آسان میکند. برای پیدا کردن طبقه، هر چراغ با ترسیم یک خط فرضی که از مرکز چراغ میگذرد به دو قسمت جداگانه تقسیم میشود، محفظه بالایی و محفظه پایینی . مشخصاتی که برای هر محفظه لیست شده وضع هر چراغ را نشان میدهد. برای تعیین گروه چراغ باید فقط از یکی از مشخصات لیست شده برای محفظه بالا و فقط یکی از مشخصات لیست شده برای محفظه پایین استفاده شود. مقدار نور به بالا براساس ۱۰۰ درصد روشنایی چراغ در نظر گرفته شده است. وقتی برای چراغ در هر دو ستون ( محفظه بالا و محفظه پایین) مشخصات داده شده باشد تعیین گروه آن میسر میگردد. اگر مشخصات چراغ در بیش از یک گروه قرار گیرد. از گروهی که عدد کوچکتری نشان میدهد باید استفاده شود.

منبع : «کتاب مرجع روشنایی IES» چاپ ۱۹۸۱، جلد مرجع، شکل ۲-۹.

## جدول ۱۴-۴ ضرایب اصلی اتلاف نـور

---

۱- *افت لومن لامپ* ، میزان افت برای هر نوع لامپ متفاوت است.

۲- *افت ناشی از کثافت و گرد وخاک* ، انباشتگی کثافت و گرد و خاک روی چراغ ، خروجی نور کل آنرا کاهش میدهـد. تجمع کثافت و گرد و خاک در سطوح منعکس کنندهٔ داخلی ( سقف ، دیوارها ، کف ، اسباب و اثاثیه و ماشینها) نیز از سطح روشنائی کلی می کاهد.

۳- *لامپ های سوختـه* ، اتلاف نور بدلیل سوختگی لامپ بستگی به روشی دارد که برای تعویض لامپ بکار میرود، یعنی جایگزینی موردی یا تعویض لامپ گروهی. اتلاف نور تا ۱۰ درصد غیر معمول نیست .

۴- *ولتاژ پائین* ، افت ولتاژ بدلیل سیم کشی نامناسب ، اضافه باری مدارها یا تنظیم بد ولتاژ ، خروجی نور را کاهش میدهد .

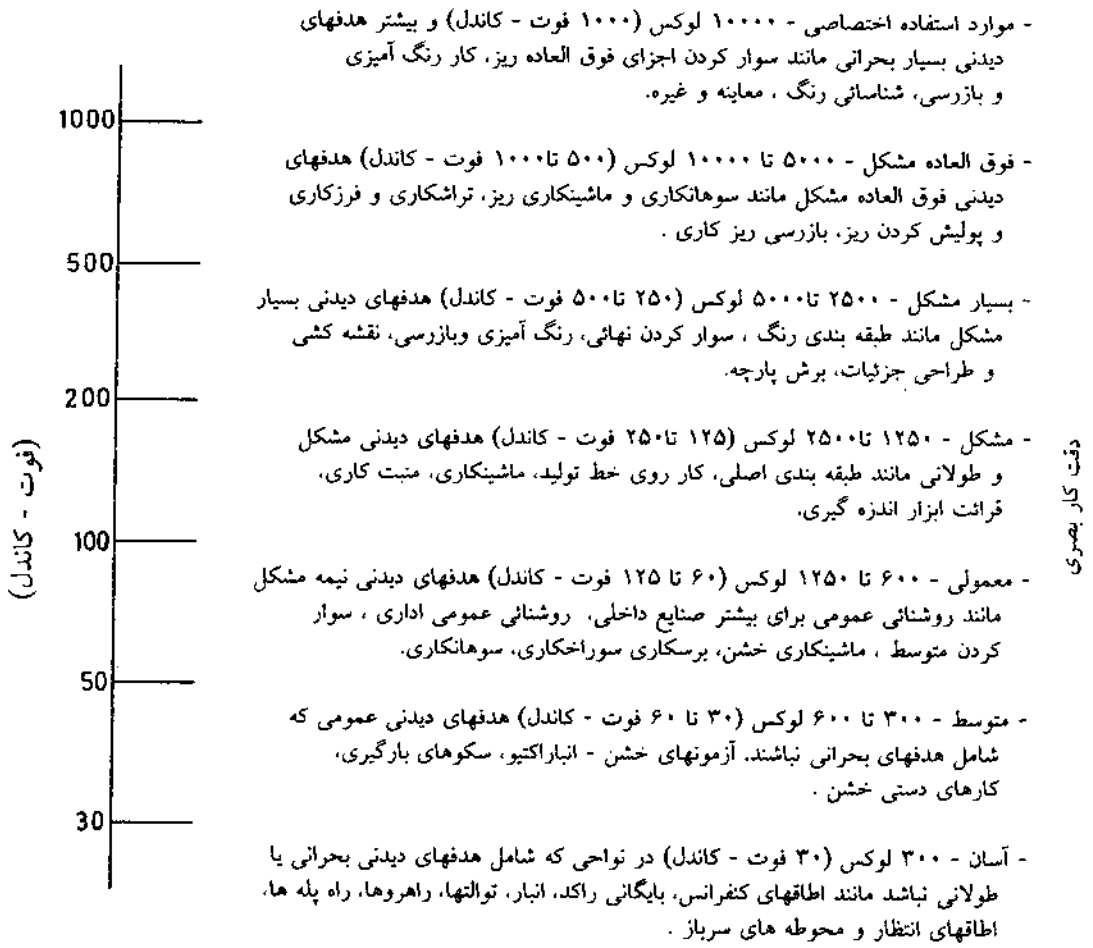
۵- *کم بهره بودن چراغ* ، استهلاک سطوح منعکس کننده چراغ ، نور را جذب کرده و طرح چراغ روی بهره کلی آن اثر میگذارد.

۶- *نور جذبی سقفها و دیوارها* ، ضریب بهره با افزایش جذب کاهش می یابد، همچنین نسبت مساحت سقف و دیوارها به مساحت کل کف بر کل نور جذب نشده اثر میگذارد.

---

omoorepeyman.ir

نور کاهش می یابد. بکارگیری رشته های دوبار پیچیده شده که حول محورشان در درون حباب لامپهای ۳۰۰ وات تا ۱۰۰۰ وات نصب میشود به کاهش تیرگی حباب کمک کرده و خروجی نور را در تمام عمر لامپها تا اندازه ای بهبود میبخشد.




**شکل ۸-۴** شدتهای روشنائی توصیه شده توسط IES/ANSI ( براساس مقادیری که در شکل ۸۰-۹ از « کتاب مرجع روشنائی IES » ، چاپ ۱۹۸۱ فهرست شده است).

خروجی نور در لامپهای فلورسنت نیز همانند انواع دیگر لامپ بمرور زمان استهلاک می یابد. اما اندازه های معمولیتر لامپهای فلورسنت مانند لامپهای ۴۰ وات نوع T۱۲، بطول ۴۸ اینچ و لامپ های نازک ۸ فوتی T۱۲ که با جریان نامی ۴۳۰ mA کار میکنند ، حفظ لومن قابل ملاحظه ای را از خود نشان میدهند که در پایان عمر نامی به بالای ۹۰ درصد میرسد. افت لومن در سایر انواع لامپها، مانند لامپهای با قطر کوچکتر T۸ و لامپهائی که با جریان نامی ۸۰۰ یا ۱,۵۰۰mA کار میکنند ممکن است در پایان عمر نامی به زیر ۷۰ درصد مقدار اولیه برسد.

عمر متوسط نامی برای انواع معمولتر لامپهای فلورسنت با راه اندازی فوری ( rapid - Start ) در حدود ۱۲,۰۰۰ ساعت برای ۳ ساعت کار در هر بار راه اندازی تا ۳۰,۰۰۰ ساعت برای کار مداوم میباشد. عمر نامی برای ۱۲ ساعت کار در هر بار راه اندازی برای همین نوع لامپها درحدود ۱۸,۰۰۰ تا ۲۵,۰۰۰ ساعت است .

عمر متوسط نامی برای لامپ های فلورسنت ، جز برای چند نوع خاص ، براساس ۳ ساعت کار در هر بار روشن شدن در حدود ۷,۵۰۰ تا ۲۴,۰۰۰ ساعت است . عمر نامی بدین جهت به ساعات کار در هر بار راه اندازی بستگی دارد که ترکیب های شیمیائی فعالی که بر روی کاتدهای رشته ای مانند کوچک ، در هر دوسر لامپ ها قرار دارد

omoorepeyman.ir

بتدریج مصرف میشود. روشن و خاموش کردن لامپها باعث میشود که این پوشش کاتدی خیلی سریعتر از کار مداوم عادی مصرف شود.

لامپهایی فلورسنت درتمام طول لوله بقطر نسبتاً یکنواخت تیره میشوند ، این تیرگی معمولاً قابل ملاحظه نیست، اما بیش از هر عامل دیگری سبب افت خروجی نور میگردد. خروجی نور طی ۱۰۰ ساعت اول کار بمراتب سریعتر افت کرده و ممکن است تا ۱۰ درصد کاهش یابد . بسته به شرایط کار ، خروجی نور ممکن است در پایان عمر نامی ۲۰ تا ۳۰ درصد افت کند، اما در شرایط عادی میانگین آن ۸۵ درصد مقدار ۱۰۰ ساعت کار است .

لامپهای بخار جیوه ذاتاً عمر درازی دارند ( جدول ۹-۴ ) و طول عمر آنها مانند لامپهای فلورسنت به ساعات کار در هر بار راه اندازی مربوط میشود. روشن کردن لامپ مقدار زیادتری از ماده منتشر کننده الکترون را نسبت به کار عادی از سطح الکترودها تبخیر کرده و با بی خاصیت شدن یا فرسوده شدن الکترودها لامپ کارآئی خود را از دست میدهد. از اینرو، عمر نامی لامپ به ساعات کار آن در هر بار راه اندازی بستگی دارد.

جریان نور لامپهای بخار جیوه در طول عمر آنها، بخوبی با بهره نوری لامپ های رشته ای مطابقت میکند . لومن متوسط بسته به توان لامپ، بین ۷۵ و ۸۹ درصد لومن اولیه می باشد.

لامپ های تخلیه با شدت زیاد ( HID ) ذاتاً دارای بازده بالا ، عمر طولانی و کنترل نوری خوبی هستند ، لامپهای بخار جیوه تا ۶۳ لومن بر وات را تولید میکنند که سه یا چهار برابر لامپهای التهابی است. این لامپها دارای عمر متوسطی بالاتر از ۲۴,۰۰۰ ساعت بوده و حفظ لومن آنها « عالی » طبقه بندی شده است ، بدین معنا که افت لومن در آنها پائین نگهداشته میشود. لامپهای فلز هالوژن مشابه لامپهای بخار جیوه هستندو همچنین دارای مزیت های فلزهای هالوژن نیز می باشند که نور سفید روح بخشی را تولید میکنند. این نوع لامپ کنترل نوری خوبی داشته ، تا ۱۲۵ لومن بروات تولید کرده و حفظ لومن در آنها نیز خوب است عمر متوسط نامی لامپهای مزبور ۲۰,۰۰۰ ساعت میباشد. این لامپهای HID اصلاح شده که نسبت به لامپهای بخار جیوه هم وات ، ۵۰ درصد نور بیشتری تولید میکنند ، برای کار مطلوب نیاز به چوک های بخصوص دارند، لامپهای سدیم پرفشار نسبت به هر منبع نور سفید دیگر، نوری با بهره بیشتر تولید میکنند - تا ۱۴۰ لومن بر وات . این لامپها بهترین حفظ لومن را داشته و عمر متوسط نامی آنهابیش از ۲۴,۰۰۰ ساعت است. افت این لامپها در تمام طول عمرشان به ۸ تا ۱۰ درصد بهره نوری اولیه تنزل میکند . لامپهای سدیم کم فشار ، علی رغم اینکه نسبت به هر منبع دیگر ، نوری با بهره بهتر تولید میکنند ( تا ۲۰۰ لومن بر وات ) ، منابعی تک رنگ بوده و بنابراین تعبیر رنگ بسیار ضعیفی دارند. بهره« لومن این لامپها در طول عمر افزایش یافته و افت تدریجی ناشی از فرسودگی الکترود را جبران میکند.

**استهلاک ناشی از کثافت و گرد و خاک :** استهلاک شدت روشنائی بدلیل کثافت و گرد وخاک ، درشرایط متوسط، بسته به دفعات پاکسازی ، بالغ بر حدود ۳۰ درصد میشود. اما در محلهای بیش از حد کثیف و در شرایط جوی نامساعد میزان افت میتواند فزونتر از این باشد. در مکانهای دارای تهویه مطبوع و نسبتاً تمیز ، میزان اتلاف نور طبیعتاً کمتر خواهد بود. اتلاف نور ناشی از کثافت و گرد و خاک را میتوان توسط یکی دو آزمون نقطه ای برای یک تاسیسات روشنائی مشخص تعیین نمود، تنها کاری که باید انجام شود عبارت است از چند قرائت لوکس (فوت - کاندل) در یک مکان قبل و بعد از تمیز کردن لامپها و چراغها. فاصله زمانی از پاکسازی قبلی ، محاسبه سرعت استهلاک را میسر خواهد ساخت . سرعت استهلاک را در حالی که دقیقاً درست نیست می توان ثابت فرض کرد که تا حدی نزدیک حقیقت می باشد و از آن برای محاسبات سرانگشتی استفاده« نمود.

در عمل ، استهلاک متوسط شدت روشنائی بدلیل کثافت و گرد و خاک تقریباً بقرار زیر است : یک ماه فاصله پاکسازی ۱۰ درصد ، ۳ ماه فاصله پاکسازی ۱۵ درصد ، ۶ ماه فاصله پاکسازی ۲۰ درصد و پاکسازی چراغها بهنگام سوختن لامپها ۳۰ درصد.

چراغهائی که شکاف یا هواکشی بالای سر دارند ، کثافت را با سرعت کمتری نسبت به آنهائی که سرشان بسته است ، جمع می کنند . این مطلب طراحی دقیق چراغها و تعبیه شکافهائی در سر آنها را ایجاب میکند. تفاوت دمای

omoorepeyman.ir

بین لامپ و هوای اطراف آن باعث ایجاد جریانهای همرفت میشود که به دور کردن گرد و غبار و کثافات از لامپ و رفلکتور کمک میکند ، بجای آنکه به آن اجازه دهد که روی سطوح انباشته شود. دو رفلکتور از نوع نصب در ارتفاع (High Bay) برای مدتی یکسان در یک مکان صنعتی نصب شد ، یکی واحدی بود تهویه نشده و دیگری دارای حفره هائی در بالا نزدیک به گردنه. کاهش بهره در رفلکتور غیر تهویه شده ۴۶ درصد و برای رفلکتور تهویه شده ۵ درصد بود.

موردی که تشریح شد به رفلکتورهای لامپهای التهابی یا تخلیه الکتریکی مربوط میشود . اثر مشابهی جزو ذات رفلکتورهای فلورسنتی است که مجهز به شکافی در سر هستند . تعبیه این شکافها امروزه بعنوان عملی استاندارد و برای ایجاد مولفه نور بسمت بالا پذیرفته شده است . مزیت دیگر این نوع رفلکتورها برقراری یک دمای محیط عادی در اطراف لامپهاست ، دمائی که درآن لامپها با حداکثر بهره کار میکنند ، (شکل ۴-۴ را ببینید).

**سوختگی های لامپ :** عامل دیگر اتلاف نور که در بسیاری از سیستم های روشنائی مسئله ساز است ، سوختگی های لامپ است . این عامل ، بسته به سیاست نگهداری در تعویض موردی لامپها سبب افت شدت روشنائی تا ۱۰ درصد می شود. در تاسیساتی که در آنهااز لامپهای التهابی یا HID با توان زیاد استفاده میشود، انتظار میرود که هر لامپ سوخته بلافاصله تعویض شود زیرا در اکثر موارد، بیشتر روشنائی مربوط به یک محیط نسبتاً بزرگ توسط این لامپ تامین میگردد. اما در تاسیساتی که در آنها از رفلکتورهای کم وات استفاده شده و رفلکتورها در مراکز نزدیک بهم نصب میشوند ، در سیستم های با چراغ فلورسنت چند لامپی ، سوختگی لامپهای انفرادی ممکن است به فوریت جلب توجه نکند. از اینرو در بسیاری از تاسیسات، ممکن است پیش از آنکه لامپهای سوخته بچشم آمده یا تعویض شوند، سطح روشنائی بتدریج طی مدتی کم شده باشد. لامپهای سوخته را باید مرتباً شناسائی و بلافاصله تعویض کرد . تعویض گروهی لامپها نیز میتواند ضریب اتلاف نور مزبور را بحداقل برساند.

**کم بهره بودن چراغ :** حتی پر بهره ترین چراغ هم مقداری نور را جذب کرده و چیزی کمتر از ۱۰۰ درصد لومن کلی تولید شده توسط لامپهای داخل چراغ را تحویل میدهد. این ضریب دارای اهمیتی اساسی در طراحی یک سیستم روشنائی جدید است . وقتی عملیات نصب تکمیل شد ، ممکن است پیاده کردن چراغهای موجود و نصب چراغهای جدید غیراقتصادی باشد، لیکن مهندس نگهداری باید با بهره کل و الگوهای توزیع نور چراغهای صنعتی نوعی آشنائی کامل داشته باشد (شکل ۹-۴) و اطلاعات مزبور را برای تمام چراغهائی که در کارخانه اش نصب شده و سایر چراغهائی که میتوان درصورت لزوم جهت بحداقل رساندن اتلاف نور با چراغهای موجود جایگزین نمود، در پرونده ها در اختیار داشته باشد . بسیاری از سازندگان تجهیزات روشنائی داده های فتومتریک و بهره چراغها را در کاتالوگهای خود منتشر کرده و بسیاری دیگر میتوانند چنین اطلاعاتی را در صورت درخواست در اختیار بگذارند.

**ولتاژ کم :** هرگونه افت ولتاژ ناشی از سیم کشی نامناسب، اضافه بار مدارها یا رگولاسیون نامناسب ولتاژ موجب کاهش نور خروجی از لامپها میشود(شکل ۴-۱۰)، مقدار این کاهش برای منابع نورمختلف متفاوت است. لامپهای التهابی در مقایسه با سایر منابع نور نسبت به تغییرات ولتاژ حساسترند وخروجی نور آنها برای هر ۱ درصد افت در ولتاژ نامی خط، حدود ۳درصد افت میکند. خروجی نور لامپهای فلورسنت به ازای ۱درصد افت درولتاژ، درحدود ۱درصد افت در لومن نشان میدهد. نور خروجی لامپهای جیوه ای مابین دو منبع نور فوق قرار دارد. منابع نور تخلیه با فشار زیاد (HID)، تنها بمقدار خیلی اندکی از تغییرات ولتاژ متاثر میشود اما کار آنها در ولتاژ نامی بسیار پر بهره و رضایت بخش است.

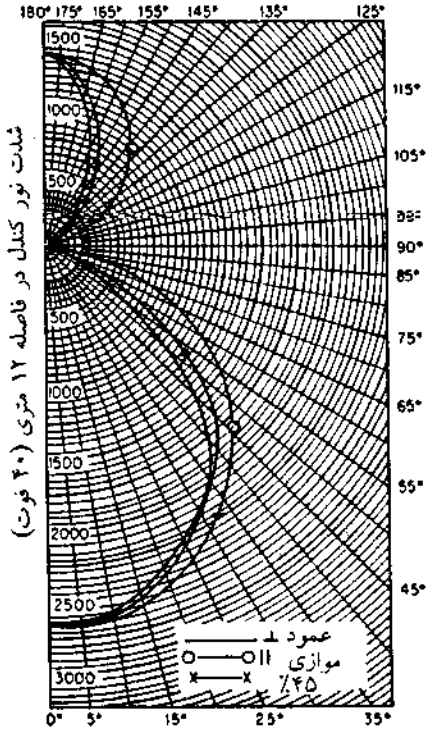
حفظ ولتاژ نامی در سیستم های روشنائی بچند دلیل اهمیت دارد. اضافه ولتاژی ، عمر لامپها، بخصوص لامپهای التهابی را کوتاه کرده و موجب اضافه دمای چوک هادر لامپهای فلورسنت و سیستم های لامپی تخلیه فشار زیاد میشود. کم ولتاژی ، خروجی لامپ را در کلیه انواع منابع نور کاهش داده و نیز کار لامپهای فلورسنت را ناپایدار میکند.

omoorepeyman.ir

# توزیع شدت نور

## منحنی های مرکب ۱۹۵۵ چراغ فلورسنت ۷۵ x ۲ وات
## با سرباز با شماره مشخصات SD-1
## تهیه شده برای مشترکین RLM

رفلکتورهای ۹ سازنده لامپ : ۷۵ x ۲ وات ، ۵۱۰۰ لومن ، ۹۶ اینچ ، T12 فلورسنت استاندارد سفید گرم .
چراغ : رفلکتور خیلی سفید، ضریب انعکاس ۸۵٪ ، میانگین مشخص شده ۸۵٪ ، حداقل ۸۳٪ .
آرلون : توزیع شدت نور در سه صفحه قائم که در میانه صفحه ای ماربر وسط چراغها با آن متقاطع هستند.
درصد خروجی نور : ۸۴/۵ ؛ میانگین مشخص شده، ۷۷ و حداقل ۷۵/۰، مولفه بالا ۲۶؛ مشخص شده ۲۰، حداکثر ۳۰
نسبت شدت نور : ۰/۶۳۳ ؛ حداقل مشخص شده ۰/۶۰ .
زاویه قطع نور: ۳۳ درجه؛ میانگین مشخص شده ۲۷ درجه و حداقل ۲۵ درجه .
شدت نور در ۲۵ درجه: ۲۰۱۵ نیست (۱/۳ کاندلا برابنچ مربع)؛ مشخص شده کمتراز ۴۰% لامپ سخت (۱/۶ حداکثر).
ازدیاد دمای حداکثر: ۴۶/۵ درجه ؛ مشخص شده حداکثر ۶۵ درجه




داده های توزیع چراغ

مقدار میانگین قائم

| زاویه وسط ناحیه | شدت نور کندل در ۱۲ متری | لومن ناحیه ای | زاویه وسط ناحیه | شدت نور کندل در ۱۲ متری | لومن ناحیه ای |
|---|---|---|---|---|---|
| 180° sen. | 1,330 | ... | 90° hor. | 9.1 | |
| 175 | 1,310 | 124 | 85 | 44.6 | 49 |
| 165 | 1,150 | 325 | 75 | 242 | 256 |
| 155 | 925 | 428 | 65 | 520 | 516 |
| 145 | 680 | 427 | 55 | 1,090 | 978 |
| 135 | 457 | 354 | 45 | 1,670 | 1,293 |
| 125 | 308 | 276 | 35 | 2,020 | 1,269 |
| 115 | 194 | 193 | 25 | 2,280 | 1,056 |
| 105 | 98.5 | 104 | 15 | 2,520 | 713 |
| 95 | 18.2 | 20 | 5 | 2,630 | 250 |
| | | | 0° nadir | 2,640 | |

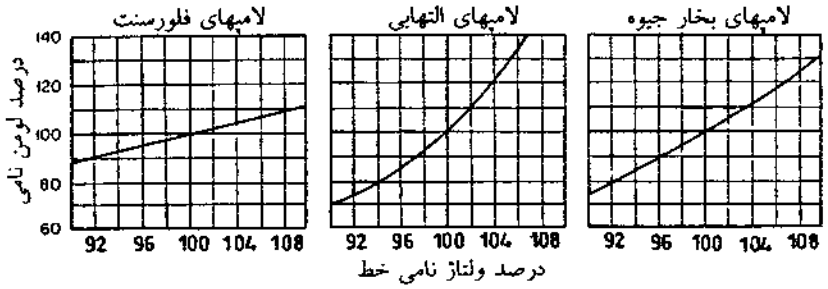
مقادیر جریان نور (شار نوری)

| ناحیه | لومن برای چراغ | درصد | ناحیه | لومن برای چراغ | درصد |
|---|---|---|---|---|---|
| 0-30° | 2,019 | 20.0 | 0-90° | 6,380 | 62.5 |
| 0-40 | 3,288 | 32.0 | 90-180 | 2,251 | 22.0 |
| 0-60 | 5,559 | 54.5 | 0-180 | 8,631 | 84.5 |

استهلاک نور = ۰/۱۵٪

**شکل ۴-۹** چراغها نور جذب میکنند( انستیتوی RLM و آزمایشگاههای آزمون الکتریکی ، شرکت سهامی )

omoorepeyman.ir




**شکل ۱۰-۴** ولتاژ کم،خروجی نور را کاهش میدهد

**سطوح با انعکاس پائین :** در یک اتاق ، تمامی سطوح شامل سقف ، دیوارها، ستونها، کفها، ماشین ها وغیره نور را جذب میکنند (جدول ۱۵-۴). لذا، انعکاس این سطوح بر روی روشنائی نهائی حاصل و بهره کل سیستم روشنائی تاثیر میگذارد. اگر سطوح مزبور اکثراً دارای رنگهای تیره بوده یا بدلیل انباشتگی کثافت و گرد و خاک و یا بی رنگ شدن رنگهای قبلاً روشن ، تیره شده باشند، در اینصورت درصد بالائی از خروجی نور چراغ جذب خواهد شد. برعکس، چنانچه تمامی سطوح اتاق به رنگهائی روشن که ضرائب انعکاس بالائی دارند، رنگ آمیزی شده ، در این شرایط نگهداری شوند، بیشتر نورهائی که به این سطوح برخورد میکنند، منعکس شده و بهره نوری آن محل نسبتاً بالا خواهد بود.

نوع توزیع نوری که توسط چراغهای نصب شده درمحل ایجاد میشود نیز ضریب بهره سیستم را نیز تحت تاثیر قرار میدهد.برای نشان دادن اثر این عامل ،درجدول ۱۵-۴ ،از پنج طبقه بندی اساسی سیستم روشنائی (شکل ۳-۴) بعنوان اساس مقایسه استفاده شده و در هر طبقه بندی ، ضریب بهره برای یک چراغ نوعی در سه مقدار انعکاس برای سقفها و دیوارهای جانبی در نظر گرفته شده است . میتوان مشاهده نمود که مقدار ضریب بهره (CU) در تمام طبقه بندیهای پنجگانه سیستم روشنائی با کاهش مقادیر انعکاس تقلیل می یابد. ستون D نسبت مقادیر CU در ستون C بر مقادیر CU در ستون A را نشان میدهد. این نسبت از ۰/۸۶ برای یک سیستم روشنائی مستقیم تا ۰/۳۶ برای یک سیستم روشنائی تماماً غیر مستقیم تغییر میکند. مطلب مذکور نشاندهنده آن است که انعکاسهای سقف ها و دیوارهای جانبی، بهره روشنائی و نتایج نهائی روشنائی را حتی برای روشنائی مستقیم تحت تاثیر قرار میدهند و زمانی که توزیع نور از مستقیم به غیرمستقیم تغییر میکند، اثر انعکاس ها بطور قابل ملاحظه ای فزونی می یابد.

در هر تاسیسات روشنائی که شدتهای روشنائی با توجه به کل انرژی مصرف شده توسط آن یا بازبینی های نشانداده شده توسط لوکس متر نسبتاً کم بنظر آید ، خوب است تحقیق شود که نقاشی کل آن مکان به رنگهای روشنتر چه اثری بر شدت روشنائی خواهد داشت . اینکار را میتوان به سهولت توسط محاسبه انجام داد. فرمول مناسب را از جدول ۲-۴ انتخاب کنید: نسبت ناحیه ای اتاق ( RCR ) را از هر جدول استاندارد نسبت های ناحیه ای ( جدول ۶-۴ را ملاحظه کنید) و ضریب بهره ( CU ) را برای چراغهائی که در اتاق نصب شده است معین کنید. شدت روشنایی را براساس مقادیر انعکاس حاضر محاسبه کنید ( یا شدت روشنائی را توسط یک لوکس متر اندازه گیری کنید) و سپس سطح روشنائی را در مقدار انعکاسی بیشتری محاسبه کنید. این تفاوت در شدتها همان چیزی است که با نقاشی دوباره مکان برنگهای روشن ، میتوان انتظار داشت . حذف رنگهای تیره در سراسر یک مکان همچنین به ایجاد نسبت درخشندگی بهتر و شرایط دید بهتر کمک خواهد کرد.

omoorepeyman.ir

**جدول ۱۵-۴** سقفها و دیوارهای جانبی نور را جذب میکنند

| نوع توزیع نور | ضرایب انعکاس ، سقف ، ٪ | | | نسبت C/A |
|---|---|---|---|---|
| | ۷۰ | ۵۰ | ۳۰ | |
| | ضرایب انعکاس ، سقف ، ٪ | | | |
| | ۵۰ | ۳۰ | ۱۰ | |
| | A | B | C | D |
| °(۱۷) مستقیم | ۰/۶۹ | ۰/۶۴ | ۰/۶۰ | ۰/۸۷ |
| °(۳۶) غیرمستقیم | ۰/۵۳ | ۰/۴۴ | ۰/۳۷ | ۰/۷۰ |
| °(۳۴) مستقیم - غیرمستقیم | ۰/۶۰ | ۰/۴۹ | ۰/۴۱ | ۰/۶۸ |
| °(۱) نیمه غیرمستقیم | ۰/۴۸ | ۰/۳۶ | ۰/۲۶ | ۰/۵۴ |
| غیرمستقیم | ۰/۴۸ | ۰/۳۰ | ۰/۱۷ | ۰/۳۶ |

° مقادیر از «کتاب روشنائی IES»، چاپ ۱۹۸۱، جلد مرجع، بخش ۹ گرفته شده اند. اعداد نشان داده شده به نوع چراغ شکل ۱۲-۹ مربوط است. برای تمام مقادیر CU، مقدار RCR، برابر با ۳ فرض شده است.

## انواع تجهیزات نگهداری

بمنظور نگهداری موثر سیستم های روشنائی ، دسترسی آسان به تجهیزات روشنائی ضرورت دارد. سازندگان تجهیزات روشنایی در طراحی چراغها و تجهیزات خودکارهای زیادی را برای تسهیل نگهداری و پاکسازی آنها انجام داده اند. مهندس روشنایی هنگام طراحی یک سیستم روشنائی جدید میتواند با انتخاب تجهیزاتی که ویژگیهای نگهداری خوبی دارند و با ایجاد دسترسی آسان به تمامی چراغها اینکار را بگونه ای انجام دهدکه نگهداری سیستم آسان باشد. مهندس نگهداری میتواند مسئله نگهداری را با تجهیز واحد خود به انواع دستگاههای نگهداری (جدول ۱۶-۴) که برای اجرای کار بگونه ای موثر و با حداقل زمان و انرژی لازم است ، بیش از پیش ساده تر کند.

با انتخاب دستگاهای نگهداری با ویژگیهائی که بیشترین تناسب را با الزامات هر سیستم داشته باشد ، میتوان، زمان نیروی انسانی و هزینه نگهداری یک سیستم روشنائی را بطور قابل توجهی کاهش داد. برای ایجاد سهولت در کار پاکسازی ، انواع بسیاری از ابزارهای نگهداری موجود می باشند . انتخاب تجهیزات به عواملی چند از قبیل ارتفاع نصب، ابعاد محل ، قابلیت دسترسی به چراغها و موانعی که در آن مکان موجود است، بستگی دارد.

**نردبانها:** بخاطر وزن سبک ، سهولت کار و قیمت کمی که نردبان دارد، اغلب در نگهداری روشنائی از آنها استفاده میشود. برای مفید تر ساختن نردبانها، غالباً تصحیحاتی در آنها صورت میگیرد. برای مثال ، ترکیب نردبان با چهار چرخه، حمل و نقل نردبان و تجهیزات لازم را به محل کار آسان میسازد. وصل بازوهائی برای اتصال نردبان به خرپاها یا هر عضو سازه ای دیگر بمنظور تثبیت آن در جای خود موجب سهولت در کار میشود.

**داربست ها:** بطور کلی داربست قابل حمل دارای امنیت و قابلیت حمل و نقل بیشتری نسبت به یک نردبان است. تجهیزات بیشتری را میتوان حمل نمود و اپراتور سکوئی محکم برای کار در اختیار دارد ، داربست ها باید متحرک ،

omoorepeyman.ir

سبک ، محکم ، قابل تنظیم بوده و به آسانی قابل سوار کردن و پیاده کردن باشند. اغلب ، نیاز های خاصی نوع داربستی که میتوان از آن استفاده کرد را دیکته میکند. ممکن است لازم باشد که داربست در سطوح ناهموار مانند راه پله برپا شود. ممکن است لازم باشد آن را بر روی موانعی مانند میز یا ماشین برپا کنیم یا ممکن است ابعاد آن توسط عواملی از قبیل عرض راهرو و ارتفاع سقف یا اطاقک آسانسور محدود شود.

**داربست های تلسکوپی :** داربست تلسکوپی ، مفصل تر از داربست قابل حمل تجهیزات است . این دستگاه وسیله ای است سریع برای رسیدن به تجهیزات روشنائی در ارتفاعهای نصب گوناگون . این تجهیزات در اندازه های مختلف با سکوئی که میتوند بطور دستی یا موتوری بالا و پائین شود عرضه میگردد. وسیعترین کاربرد این وسیله در اماکنی است که میتوان آن را براحتی به زیر تجهیزات روشنائی غلطاند. اغلب این داربست ها در آسانسورها یا کامیونهای کوچکی جا میگیرند که حمل و نقل آنها را از محلی به محلی دیگر آسان میسازد.

**لیفت تراکها:** اغلب سریعترین و موثرترین ابزار نگهداری بشمار میروند. گرچه انواع مختلفی از لیفت تراکها در بازار موجود است ، اما طرز کار آنها اساساً یکسان میباشد. این وسیله سکوی بالارونده ایی است که روی یک کامیون متحرک سوار شده است. سکو را میتوان بطور خودکار بالا یا پائین کرد و در برخی انواع آن ، کامیون را میتوان از سکو راند. در نوع مزبور ، اپراتور نیاز به ترک سکو نداشته و تمام وسایلی را هم که لازم دارد میتواند روی سکو حمل کند.

سرعت ، امنیت و قابلیت تحرک لیفت تراکها ، هزینه نگهداری روشنائی را بطور چشمگیری کاهش میدهد.در عین حال که سرمایه گذاری اولیه چنین دستگاهی نسبت به انواع دیگر بسیار بالاتر است. اغلب و بخصوص هنگامی که از تجهیزات بطور کامل استفاده شود ، میتوان این هزینه را توجیه نمود.

**قلابهای جداکننده :** بکمک قلابهای جداکننده ، چراغهای روشنای را میتوان تا یک سطح کار مناسب پائین آورد تا کارگر قادر باشد با حداقل وسایل ، کار نگهداری را انجام دهد. این وسایل معمولاً با پائین نگهداشتن هزینه نگهداری و حذف نیاز به تجهیزات گرانتر، مخارج خود را در می آورند. وقتی واحدهای روشنائی سر خود بالا برده میشوند قلاب چراغ را در محل آن قرار داده و بطور خودکار اتصالات الکتریکی لازم را برقرار میکند. ویژگی ایمنی دیگر این نوع ابزار آنست که بهنگام پائین آوردن چراغ مدار الکتریکی قطع میگردد.

**تعویض کننده های لامپ :** کار تعویض لامپ را اغلب میتوان با استفاده از تعویض کننده های لامپ آسانتر کرد. این تعویض کننده ها قادرند لامپهایی را که ارتفاع نصب آنها ۷/۵ متر (۲۵ فوت) یا گاهی بالاتر است بطور مکانیکی و یا با استفاده از فشار هوا (انواع واکیوم) محکم گرفته و تعویض کنند. حداکثر ارتفاعی که میتوان از این وسیله استفاده نمود به مهارت و قدرت کارکنان واحد نگهداری بستگی دارد. درحالی که تعویض کننده های لامپهای التهابی، جیوه ای است و فلورسنت نیز موجود است، اما تعویض کننده لامپهای التهابی بیشترین مصرف را دارا بوده است.

**گربه روها، چرثقیلها و قفسها:** اغلب، قرار دادن تدارکات نگهداری روشنایی بعنوان جزیی لاینفک از سیستم روشنایی، سرمایه گذاری مناسبی است. کار نگهداری چراغها را میتوان از طریق گربه روهایی که بموازات ردیفهای چراغها قرار دارند انجام داد. در اماکن با سقف بلند، اغلب برای دسترسی به چراغها از جرثقیل استفاده میشود. (در جاهایی که ازاین روش استفاده می گردد، اغلب توصیه میشود که کار سرویس بعد از ساعات کار صورت گیرد لذا هزینه های نگهداری ممکن است بعلت پرداخت اضافه کاریها افزایش یابد). قفسهای نگهداری که به کمک کابل در مسیر خود حرکت میکنند، ابزارهای نگهداری موثری هستند. کابل، همراه با حامل قفس، در طول هر ردیف از چراغها نصب میشود.

omoorepeyman.ir

**جدول ۱۶-۴** انواع تجهیزات نگهداری که برای سرویس روشنائی مورد استفاده قرار میگیرد

| تجهیـــزات | ارتفاع نصب، متـــر | | | |
|---|---|---|---|---|
| | تا ۴ | ۶ تا ۹ | ۶ تا ۱۰ | بیش از ۱۰ |
| نردبان پله ای | * | | | |
| نردبان مستقیم | * | * | | |
| داربست ( قابل حمل ) | * | * | | |
| داربست ( تلسکوپی ) | | * | * | |
| لیفت تراک | * | * | | |
| قلابهای جداکننده | | * | * | * |
| تعویض کننده لامپ | * | * | | |
| گربه رو، جرثقیل ، قفس و غیره | | | * | * |
| پل تعویض لامپ | | * | * | |
| جاروی برقی یا دمنده | * | * | | |
| مخزن شستشو | * | * | * | * |

**پل تعویض لامپ :** در کارخانجاتی که جرثقیلها مداوم در حال کار هستند یا دارای مونوریل بوده ولی فاقد جرثقیل سه جهته از انواع معمولی هستند که بتوان از آن برای نگهداری رفلکتورها استفاده نمود، میتوان از ریلهای جرثقیل یا تک ریلی (مونوریل) برای اهداف تعویض لامپ استفاده کرد. پلهای تعویض لامپ، سازه های سبکی هستند که در روی ریلهای جرثقیل برپا شده و به زیر ردیفی از رفلکتورها کشیده میشوند. پل تا زمانیکه تمامی رفلکتورها تمیز شده و لامپها تعویض شوند در این مکان باقی مانده و سپس به مکان بعدی حرکت داده میشود. این نوع دستگاه برای تعویض گروهی لامپها بسیار مناسب است.

**مکنده ها و دمنده ها :** برخی مواقع برای زدودن گردو خاک از روی چراغها از دمنده یا مکنده استفاده میشود. کثافات شل را میتوان بدین طریق دور نمود، اما کثافات چرب و چسبنده را نمیتوان برطرف کرد. علیرغم این کار، چراغها کماکان به شستشو نیاز خواهند داشت، لیکن استفاده از مکنده یا دمنده میتواند فواصل پاکسازی را طولانی تر کند.

**مخازن شستشوی چراغها :** داشتن یک تانک شستشو برای نگهداری روشنایی بسیار مطلوب خواهد بود. این تانک باید بگونه ای طراحی شود که امکان شستشو و انواع چراغها و لوازم مخصوص مورد استفاده در کارخانه را داشته باشد. ایجاد هر دو قسمت شستشو آبکشی ضرورت دارد. برای اگرم نگاهداشتن محلول پاک کننده، در هر قسمت میتوان از المنتهای گرم کننده برقی استفاده نمود. لوورها و رفلکتورهای چراغهای فلورسنت را میتوان پس از شستشو و آبکشی، بر روی یک قفسه قرار داد تا ضمن اینکه واحد دیگری در حال تمیز شدن است، خشک بشود. سایر ویژگیها ممکن است چرخکهای قفل شونده بزرگ، فضای انبار کردن و سیم طولانی برای تامین برق المانهای گرم کننده را شامل شود.

**مواد پاک کننده :** برای انواع صابونها، پاک کننده ها، پودرها و مواد دیگری که باید برای شستشو و تمیز کردن تجهیزات روشنایی استفاده شوند، قوانین محکم و سختی وجود ندارد. اما بطور کلی ، نباید از پاک کننده های تند استفاده نمود. برای اکثر انواع تجهیزات، پاک کننده های معمولی و پاک کننده های ملایم رضایت بخش هستند. مهندس نگهداری، از روی تجربه درباره محلولها و تکنیکهایی که بهترین تناسب را با انواع رنگها و پوششهای تجهیزات روشنایی تحت نظارت او دارند، تصمیم خواهد گرفت. در جدول ۱۷-۴ برخی توصیه های مشخص صورت گرفته است. برای

omoorepeyman.ir

واحدهایی که به مدت طولانی از آنها نگهداری بعمل نیامده است، ممکن است استفاده از مواد پاک کننده قوی تر برای پاکسازی نخست و محلولهای ملایم برای پاکسازیهای مکرر بعدی ضرورت داسته باشد.

**دستگاههای اندازه گیری :** یک برنامه نگهداری روشنایی خوب، بازبینی متناوب شدتهای نور، ولتاژهای خط ، درخشندگیها، و در تحلیل کارهای معین، سختی کارهای بینایی مربوط را شامل میشود. برای انجام این بازبینی ها و تهیه اطلاعات جامعی که برای تحلیل و ارزیابی مناسب روشنایی و تاثیرات مراحل مختلف نگهداری مورد نیاز است، دستگاههای اندازه گیری معینی لازم است.

چهار نوع دستگاه اندازه گیری برای تحلیل روشنایی موجود است. این دستگاهها عبارتند از : نورسنجها، ولتمترها، درخشندگی سنجها و نمایانی سنجها. دو دستگاه نخست برای نگهداری روشنایی خوب ضروری هستند و در اختیار داشتن دوتای آخر دست کم بسیار مطلوب میباشد. تمامی این دستگاهها در انواع قابل حمل برای استفاده در نقطه مورد نظر یا در پای کار ساخته میشوند. نورسنجها در اندازه ها و انواع مختلف ساخته شده و شدت نور را مستقیماً برحسب لوکس (فوت - کاندل) اندازه گیری میکنند. این دستگاهها را اغلب لوکس متر (فوت - کاندل سنج) و روشنایی سنج (illuminometer) نیز مینامند. در این دستگاهها از سلولهای فوتوالکتریک حساس به نور استفاده میشود. با وجود آنکه پاسخ طیفی این سلولها برای انواع مختلف منابع نور یکسان نیست، نورسنجهایی وجود دارند که کیفیت رنگ نور را توسط فیلترهایی تصحیح نموده و خطاهای ناشی از برخورد نور از زوایا به صفحه سلول را توسط تصحیح کوسینوسی برطرف میسازند.

یک ولتمتر خوب با دو مقیاس ، یکی تا ۱۵۰ ولت و دیگری تا ۳۰۰ ولت مورد نیاز است. ثبت ولتاژ موجود در سرپیچ لامپ یا سرهای چوکها، بهنگام قرائت شدت روشنایی اهمیت دارد زیرا هر تغییر سریع در خروجی نور نتیجه تغییر در ولتاژ خط است. هرگونه ثبت اندازه گیریی نور باید ولتاژ در سرپیچ را ضمن نشان دادن شدت روشنایی برای هر قرائت شدت نور، نشان دهد و هر دو قرائت می بایست همزمان انجام بشوند.

اهمیت روزافزونی که روی مقادیر درخشندگی در محیطهای بصری میشود، اندازه گیری درخشندگی سطوح چراغها و لامپهایی که در معرض دید هستند و سقفها، دیوارها و آسمان از طریق پنجره های باز، ضرورت پیدا میکند. برای این منظور، امروزه دستگاههای سنجش درخشندگی با قرائت مستقیم موجود است که برای خواندن درخشندگی لازم است اپراتور درخشندگی دو میدان را بایکدیگر تطبیق دهد. هردو نوع وسایل اندازه گیری، مقادیر درخشندگی را بر حسب نیت (NIT) ،(موث - لامبرت) می سنجند و در صورت نیاز میتوان آنها را برحسب کاندل بر فوت مربع تبدیل نمود.

## عیب یابی

نگهداری روشنایی، نه تنها پاکسازی و تعویض لامپها، بلکه تعمیرات اجزاء روشنایی را نیز شامل است. با وجود آنکه طرز کار لامپهای فلورسنت و HID نسبت به لامپهای التهابی پیچیده تر است، معایب آنها را عموماً میتوان با وسایل آزمایش ساده از قبیل وسایلی که در کیف ابزار هر برقکاری یافت میشود، تشخیص داده و برطرف نمود. این وسایل باید یک هویه، انبردست، سیم چینها، نوارچسب و پیچ گشتی ها را شامل باشد. ولتمتری با سیم های لازم، همانگونه که در بالا تشریح شده، میتواند بویژه برای تست ولتاژ و جریان در سرپیچهای لامپهای فلورسنت با کاتد گرم بسیار مفید واقع شود. بجای ولتمتر میتوان از یک لامپ التهابی ۱۰۰ وات ۲۳۰ ولتی یا دو لامپ ۵۰ وات ۱۱۵ ولتی وصل شده به صورت سری استفاده نمود.

## نحوه تعویض لامپها

لامپهای یک سیستم روشنایی را میتوان بطور انفرادی، به محض سوختن، تعویض نمود یا اینکه کل تاسیسات را پیش از آنکه لامپها به اواخر عمر متوسط خود برسند و در حالیکه هنوز در شرایط بهره برداری هستند جایگزین نمود. نمود. این مسئله با تحلیلهایی که مزایای گروهی از لامپها را در بسیاری از تاسیسات نشان میدهد توجه فراوانی را در

omoorepeyman.ir

سالهای اخیر بخود معطوف کرده است اما شرکتهای معدودی در این باره کاری صورت نداده اند.

تعویض انفرادی معمولاً «تعویض موردی» نامیده میشود. تعویض یکجا، «تعویض گروهی» نامیده میشود. هزینه های نیروی انسانی که با تعویض گروهی لامپها صرفه جویی میشود معمولاً بیش از جبران ارزش لامپهای مستهلک شده ای است که پیش از سوختن دور ریخته میشوند. تعویض گروهی لامپها همواره مزایای دیگری را هم دارد: نور بیشتر، وقفه کار کمتر در کار، ظاهری بهتر برای سیستم روشنایی و نگهداری کمتر تجهیزات کمکی.

نخستین ریشه های تعویض گروهی لامپها در روشنایی خیابانها نهفته بود که بمنظور صرفه جویی در پول و کاهش تعداد نواحی تاریک و ناامن صورت میگرفت.

## جدول ۱۷-۴ نحوه تمیز کردن پرداختهای نوعی چراغ

استفاده از پاک کننده های مناسب، در مدت زمان لازم برای تمیزکاری صرفه جویی کرده سطوح را حفاظت نموده و بهره روشنایی حداکثر را ارائه میدهد. اطلاعات زیر برای تعیین آنهایی که بیش از همه جهت تمیز کردن هر نوع چراغ مخصوص مناسب است، کمک خواهد کرد.

**آلومینیوم**

بیشتر صابونها و پاک کننده های ملایم برای تمیز کردن آلومینیوم مناسب میباشند به شرطی که بلافاصله بعد از شستشو با آب تمیز آبکشی شوند. پاک کننده های قوی بازی هرگز نباید مورد استفاده قرار گیرند. حتی محلولهای ضعیف اسیدی یا بازی ممکن است ایجاد رنگ زدایی یا رنگ پریدگی در سطوح اکسید کنند. (شرکت آلومینیوم آمریکا«ACA» توصیه میکند که سطوح با کشیدن پارچه یا مشابه آن تمیز شده و با استفاده از پولیش مایع یا واکس مانند، - یا در مواردی که عملی تر است با لایه ای لاک - پس از تمیز کردن، پوشانده شوند).

**چینی**

بیشتر پاک کننده های اتومبیل و شیشه، در شرایط متوسط کثیفی صنعتی - کارخانه ای، پاکسازی خوبی را انجام میدهند. سطوح چینی جز با پاک کننده های خشن، خدشه دار نمیشوند.

**رنگهای سنتتیک**

استفاده از شوینده های عادی که بطورمعمول در دسترس میباشند توصیه میگردد زیرا اثر زیان آوری را به بار نمی آورند. الـــکل یا پاک کننده های خشن نباید بکار روند. بعضی از پاک کننده های قوی ممکن است رنگ را خدشه دار کنند بخصوص اگر برای مدتی در محلول باقی بمانند.

**شیشه**

ممکن است بیشتر پاک کننده های غیرخشن ، روی شیشه مشابه چینی، بکار برده شوند. خشکشویی معمولاً روی شیشه جام شفاف برخلاف سطوح اسیدکاری شده یا سندبلاست شده، ترجیح دارد. روی سطوح اخیر ،مشابه شیشه های منشوری رفلکتوری و عدسی، بیشتر شوینده ها در شرایط متوسط کثیفی، موثر خواهند بود.

**پلاستیک**

اشکال اصلی در تمیز کردن انواع پلاستیکهایی که در سیستمهای روشنایی بکار میروند در این است که در اغلب موارد، جمع شدن گرد و خاک، بیشتر به علت بار الکتریسیته ساکنی است که روی آنها بوجود می آید. در هر حال تجربه نشان داده است که در بیشتر موارد اگر پلاستیک دست کم سالی دو بار با شوینده های معمولی تمیز شود، تمیز باقی مانده و کمک زیادی به جمع نشدن کثافت به علت الکتریسیته ساکن بدست خواهد آمد. در مواردی که از شوینده ها برای تمیز کردن استفاده شود، پلاستیک را پس از آبکشی نباید با پارچه یا مشابه آن خشک کرد بلکه باید اجازه داد که آبها خود بخود چکیده و خشک شوند زیرا پاک کردن بار الکتریکی جدیدی را بوجود خواهد آورد. بعضی از انواع جدید پاک کننده های «غیر یونی» در دسترس قرار گرفته اند که سازنده های آنها ادعا میکنند دارای خواص پیشرفته ای در پاک کنندگی هستند. این نوع مواد و هر نوع مواد پاک کننده دیگری که برای نوع مخصوصی از کاربرد ساخته شده اند باید در عمل مورد آزمون قرار داده شوند تا خواص دقیق آنها تا جایی که به انواع و شکلهای مخصوص اجزای پلاستیکی مربوط میشوند، تعیین شود.

منبع: شرکت جنرال الکتریک

پیشرفتهای قابل توجهی که در سالهای اخیر در مورد طول و یکنواختی عمر لامپها انجام شده است، استفاده از تعویض گروهی را بیش از پیش مقبولتر نموده و مثالهای متعددی را میتوان ذکر کرد که در آنها، مدیریت تاسیسات، منافع حاصل از تعویض گروهی را تشخیص داده و آن را بعنوان یک سیاست پذیرفته است.

لامپهای فلورسنت و التهابی هر دو بخوبی با برنامه های تعویض گروهی سازگار میباشند. یک دلیل برای این

omoorepeyman.ir

موضوع آن است که هزینه کل این لامپها نسبت به کل هزینه های مربوط به روشنایی، کوچک و معمولاً کمتر از ۱۰ درصد میباشد. تعویض گروهی لامپهای HID با وسعت کمتری بکار گرفته میشود، با وجود این در بسیاری از تاسیسات، بخصوص جاهایی که دسترسی به محل لامپها مشکل است. انجام این کار همچنان اقتصادی بود و کاهش تعداد سفرهای نگهداری را در پی دارد. هزینه نسبی بالاتر از لامپهای تخلیه الکتریکی به کل هزینه تعویض لامپ بعنوان عاملی بازدارنده برای تعویض گروهی عمل کرده است.

تعویض گروهی پنج مزیت را به مصرف کننده ارائه میدهد. سه مزیت اول در مورد تمامی سیستمهای روشنایی بکار میرود. در حالیکه دو مزیت آخر عمدتاً در مورد لامپهای فلورسنت مصداق دارد.

**صرفه جویی از محل کاهش هزینه های نیروی انسانی :** تعویض گروهی باعث صرفه جویی در هزینه های نیروی انسانی شده و از زمان سفرو زمان آمادگی مورد نیاز برای تعویض انفرادی لامپها میکاهد. در تعویض گروهی، هزینه های نیروی انسانی برای هر لامپ، بطور کلی در حدود یک پنجم تا یک دهم هزینه های مزبور در تعویض موردی است. برای لامپهای فلورسنت ، هزینه نیروی انسانی برای هر لامپ بندرت از ۵۰ سنت تجاورز میکند. همچنان که بر هزینه های تعویض موردی افزوده میشود، تعویض گروهی جالبتر میگردد، زیرا هزینه های نیروی انسانی بخش قابل ملاحظه ای از هزینه نگهداری کل است. چنانچه پس از سوختن تعداد نسبتاً کمی لامپ، آنها را تعویض گروهی کنند، هزینه ها معمولاً بطور قابل ملاحظه ای تقلیل پیدا میکند.

**نور تحویلی بیشتر:** خروجی نور همه لامپها (شکل ۷-۴) دائماً افت میکند تا اینکه بسوزند. این لامپها هر چه زودتر تعویض شوند، به همان اندازه روشنایی موجود بالاتری حاصل خواهد شد بدون اینکه به هزینه انرژی الکتریکی یا تعداد چراغها افزوده شود. این مطلب بدین معنی است که کارکنان شرایط دید مساوی را که سیستم برای ایجاد آن طراحی شده، در اختیار خواهند داشت، هرگاه شدت روشنایی بالا برحسب خروجی کار یا فروش محصول ارزیابی شود، فواصل تعویض گروهی کوتاهتر از نظر اقتصادی توجیه پذیر خواهد بود.

**وقفه کار کمتر :** تعویض گروهی را میتوان در زمانی مناسب انجام داد، مثلاً طی خاموشی روزهای تعطیل یا پس از ساعات کار که وقفه ای هم در کار ایجاد نشود، با تعویض گروهی تعداد وقفه های مربوط به گزارش سوختگی لامپها یا تعویض آنها نیز کاهش خواهد یافت.

**ظاهر بهتر برای سیستم روشنایی فلورسنت :** در صورت استفاده از تعویض موردی، معمولاً وجود سرهای سیاه، تغییرات رنگ و تغییرات در درخشندگی بین لامپهای فلورسنت مجاور نو و کهنه معمولاً امری عادی است. در تعویض گروهی، تمامی لامپهای همسن بوده و ظاهر آنها تا حد زیادی یکنواختی بیشتری را دارا خواهد بود. از آنجا که اکثر لامپها قبل از سوختن تعویض میشوند، مشکلات ناشی از لامپهای چشمک زن، فلاش زن یا گنجی آور بحداقل میرسد.

**تعمیرات کمتر وسایل کمکی فلورسنت :** اگر لامپهای فلورسنت پیش از پایان عمر نامی خود تعویض شوند، تجهیزات کمکی آنها بیشتر دوام آورده و بهتر کار میکنند. شرایط غیرعادی کار که ممکن است در پایان عمر لامپ فلورسنت رخ دهد، میتواند به چوکها و راه اندازها صدمه برساند. سود حاصل از نکات پنجگانه تعویض گروهی، بمعنای رضایت بیشتر از سیستم روشنایی و همینطور صرفه جویی در هزینه ها خواهد بود.

## تعویض موردی لامپها

تعویض موردی عبارت است از تعویض لامپها پس از سوختن آنها. این کار ممکن است کسل کننده باشد (و معمولاً هست) و مقدار قابل ملاحظه ای از وقت مولد را صرف خود میکند. با توجه به هزینه های تولید و نیروی

omoorepeyman.ir

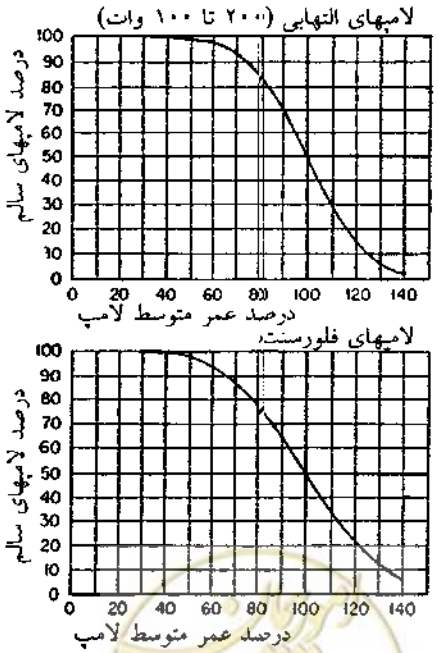
انسانی بالا، کل هزینه های تعویض موردی مفرط خواهد بود. در بیشتر اماکنی که در آنها ظاهر لامپها عامل مهمی محسوب نمیشود، از یک برنامه تعویض موردی اصلاح شده، استفاده میگردد: کارکنان نگهداری، سیستم روشنایی را بطور دوره ای (مثلاً هفتگی) مورد بازدید قرار داده و تمامی لامپهای سوخته را تعویض مینمایند. در حالی که بهره این سیستم اصلاح شده از تعویض انفرادی بیشتر است، اما کماکان نسبت به تعویض گروهی کمتر اقتصادی است. مسئله ظاهر نیز که از قرار گرفتن لامپهای کهنه و نو در مجاورت هم بوجود می آید همچنان مطرح خواهد بود.

## تعویض گروهی

سازندگان لامپ، برنامه های کامپیوتری نگهداری روشنایی ارائه میکنند که میتواند شدت روشنایی و هزینه های بهره برداری نسبی را برای اقتصادی ترین فاصله زمانی تعویض گروهی تعیین کند. این گونه برنامه ها همچنین قادرند شدت روشنایی و هزینه های کمتر بهره برداری را برای موانعی که لامپها با انواع کم مصرف جایگزین میشوند، مشخص کند.

زمانیکه درآن عملیات لامپهای یک سیستم روشنایی بصورت گروهی تعویض میشوند باید با عمر لامپ مرتبط باشد. برای کاستن از وقفه ای که با عملیات تعویض در کار تولید ایجاد میشود «فاصله تعویض گروهی» را میتوان اندکی تغییر دارد تا تعویض گروهی مطابق برنامه ریزی مناسبی صورت گیرد.

یک راه عملی برای تعیین مدت زمانی که تعویض گروهی یک سیستم روشنایی باید انجام شود، استفاده از تعداد لامپهای سوخته بعنوان یک راهنماست. علت این امر آن است که تعداد لامپهایی که در یک گروه میسوزند بطور قابل اطمینانی نشانگر بخشی از عمر متوسطی است که گروه دارد. برای این منظور میتوان از منحنی های نوعی فناپذیری لامپ (شکل ۱۱-۴) استفاده نمود. منحنی فناپذیری برای لامپ فلورسنت نشان میدهد که وقتی این لامپها به ۷۰ درصد عمر متوسط خود میرسند ۱۲ درصد آنها سوخته است. لامپها وقتی به ۸۰ درصد عمر متوسط خود برسند ۱ درصد آنها سوخته اند. پس از سپری شدن ۸۰ درصد از عمر نامی، میزان سوختگیها بسرعت رو به افزایش میگذارد. تحلیل های مشابهی را میتوان برای لامپهای التهابی و سایر لامپها انجام داد. سازندگان منابع نور منحنی های فناپذیری لامپ را برای تمامی انواع لامپهای تولید شده ارائه میدهند.




**شکل ۱۱-۴** منحنی های نوعی فناپذیری لامپ

omoorepeyman.ir

کمال مطلوب برای انتخاب مدت زمان تعویض گروهی، نقطه ای است که کمترین هزینه سالیانه را برای هر لوکس نشان دهد. در بسیاری از موارد، این فاصله به کوتاهی ۵۰ درصد عمر متوسط لامپ است. فواصل نسبتاً طولانی (تا ۸۰ درصد عمر متوسط) کمترین هزینه های لامپ و نیروی انسانی را دارند، در حالیکه فواصل کوتاهتر وقفه های تولید را به حداقل رسانده، ظاهر را بهبود بخشیده و شدت روشنایی موجود بالاتری را خواهد داشت. در عمل، فاصله ای که انتخاب میشود، معمولاً توازنی است بین کمترین هزینه برای هر لوکس و کمترین هزینه نگهداری.

منحنی فناپذیری برای تعیین فاصله تعویض گروهی را میتوان در دو سیستم تعویض گروهی بکار گرفت. سیستم ساده عمدتاً برای فضاهای بزرگ با لامپهای فلورسنت مناسب است که در آنها هر محل کار از چندین چراغ، نور دریافت میکند. لامپهای سوخته تا زمانیکه تعداد آنها حاکی از نزدیک شدن نقطه تعویض گروهی باشد، دست نخورده باقی میمانند. مزیت عمده این سیستم در آن است که هزینه تعویض گروهی ، تنها، هزینه نیروی انسانی خواهد بود و هیچ تعویض انفرادی در مدت زمان بین دو تعویض گروهی انجام نمیشود.

این سیستم که تعویض در اثناء دوره آن صورت نمیگیرد، بدلیل نقصان روشنایی که توسط لامپهای سوخته بوجود می آید، به زمانی در حدود ۷۰ درصد عمر متوسط لامپ محدود میشود. همچنین روش مزبور برای تاسیسات با لامپهای التهابی یا بخار جیوه که در آنها سوختن یک لامپ ممکن است روشنایی را درناحیه مشخصی کاهش دهد مناسب نیست.

سیستم دوم تعویض گروهی که برای تعیین فاصله تعویض گروهی از منحنی فناپذیری استفاده میکند، معمولاً مطلوبتر است. در این سیستم، با جایگزین کردن لامپها در بین تعویضهای گروهی، تمامی لامپها روشن نگاهداشته و نور بیشتری برای کار عرضه میگردد. در این سیستم هنگامیکه تعویض گروهی تاسیسات روشنایی صورت میگیرد، مثلاً در ۸۰ درصد عمر متوسط، ۲۰ درصد لامپهای خوب مانده برای استفاده بصورت تعویضهای موردی طی مدت زمان بین دو تعویض گروهی کنار گذاشته میشوند. اینها باید لامپهایی باشند که بهترین ظاهر را از نظر درخشندگی و سرهای تمیز دارا باشند. سپس هرگاه لامپی بسوزد، آن را از ذخیره لامپهای تعویضی جایگزین میکنند. وقتی موجودی ذخیره مصرف شد، علامت آن است که موعد تعویض گروهی مجدداً فرا رسیده و سیکل به همین ترتیب تکرار میشود.

## هزینه های تعویض لامپ

هزینه تعویض لامپ از هزینه خود لامپ و هزینه نیروی انسانی که برای تعویض آن لازم است تشکیل میشود. وقتی مجموع این هزینه ها کاهش یابد، بدیهی است که هزینه کل کار سالیانه سیستم روشنایی تقلیل پیدا کرده و لوکس بیشتری برای هر دلار حاصل خواهد شد. تعویض اقتصادی لامپ به معنای اقتصاد روشنایی کل بهتر نیز هست.

در تعویض موردی، هزینه کل تعویض هر لامپ برابر است با هزینه هر لامپ، بعلاوه هزینه نیروی انسانی تعویض گروهی، بعلاوه هزینه هرگونه تعویض موردی اثنائی تقسیم بر فاصله تعویض گروهی، برای آنکه هر دو سیستم بر پایه زمانی یکسانی قرار داده شود. مطالب فوق را میتوان بصورت زیر بشکل فرمول بیان نمود:

برای تعویض موردی $C = L + S$

برای تعویض گروهی ، با استفاده از لامپهای منتخب برای تعویضهای اثنایی

$$C = \frac{L + G + (B \times S)}{I}$$

برای تعویض گروهی ، بدون تعویضهای اثنایی

$$C = \frac{L + G}{I}$$

که در آن :

$C$ = هزینه کل تعویض لامپ برای هر لامپ

$L$ = قیمت خالص لامپ

$S$ = هزینه نیروی انسانی تعویض موردی برای هر لامپ

omoorepeyman.ir

G = هزینه نیروی انسانی تعویض گروهی برای هر لامپ
B = درصد سوختگی در پایان فاصله تعویض گروهـــی
I = فاصله تعویض گروهی برحسب عمر متوسط لامـــپ

هزینه های نیروی انسانی در محدوده وسیعی متغیر است. در بسیاری از تاسیسات متوسط و بزرگ هزینه نیروی انسانی تعویض موردی ممکن است حداقل ۰/۴۰ دلار برای هر لامپ یا حداکثر ۲ دلار برای هر لامپ باشد. بررسیهای انجام شده، هزینه متوسطی معادل ۱/۴۰ دلار (براساس قیمتهای ۱۹۶۷) را نشان میدهد. هزینه های مزبور بسته به قابلیت دسترسی به چراغها، نرخهای نیروی انسانی و هزینه های بالاسری و سایر عوامل متغیر است. بیشتر هزینه تعویض موردی صرف زمان ایاب و ذهاب به محل لامپ میشود، نه تعویض واقعی لامپ. هرگاه زمان سفر و برپایی به حداقل برسد، همانطور که در برنامه های تعویض گروهی صورت میگیرد، هزینه های نیروی انسانی معمولاً کاهش بسیار محسوس می یابد. در بسیاری موارد، میتوان با تعویض لامپ بهنگام پاکسازی چراغ، هزینه نیروی انسانی تعویض گروهی را تقریباً به صفر رساند. علت این امر آن است که هزینه بیرون آوردن یک لامپ نو از بسته بندی آن تقریباً معادل هزینه تمیز کردن یک لامپ کهنه است.

## عملیات پاکسازی چراغ

تاسیسات روشنایی فلورسنت، با خروجی نور کمتر برای هر لامپ، جهت ایجاد یک شار نوری معین، به لامپهای بیشتری نیاز داشته و بنابر این نسبت به لامپهای التهابی یا بخار جیوه، برای ایجاد شدت روشنایی یکسان، به چراغهای بزرگتری احتیاج دارند. بدین ترتیب چراغهای فلورسنت، زمان و نیروی انسانی بیشتری را برای تمیز کردن لازم داشته و معمولاً مراحل و عملیات پاکسازی بیشتری را می طلبند. بنابراین، امر پاکسازی سیستمهای روشنایی فلورسنت، وسعت نگهداری روشنایی بر سیستم را افزایش داده است و تعداد اینگونه تاسیسات بسرعت افزایش می یابد. سیستم روشنایی فلورسنت نوعی،مراحل پاکسازی زیر را شامل است که البته بسته به نوع چراغها، ارتفاع نصب و فاصله گذاریها و نوع تجهیزات نگهداری تدارک دیده شده یا قابل دسترس از نظر ترتیب، اندکی متفاوت خواهد بود. همچنین عملیات تمیزکاری یک نفره با عملیات تمیزکاری دو نفره فرق دارد. با این حال، روشهای اجرای هر مرحله میتوان در مورد اغلب برنامه های پاکسازی بکارگرفت. برخی از روشهایی که براساس عملیات دونفره صورت میگیرد، در زیرتشریح شده است:

**شبکه ها را خارج کرده و تمیز کنید :** شبکه ها یا کرکره ها معمولاً توسط شخصی که بالای نردبان است بیرون آورده شده و برای تمیز کردن در هنگامی که خود چراغ تمیز میشود، به شخص مستقر در روی کف تحویل میشوند. با حرکت دادن یک اسفنج به جلو و عقب میتوان شبکه ها را بنحو موثری پاک نمود. با حرکت دادن یک برس مرکب نرم به بالا و پایین در داخل خانه های شبکه، کرکره ها دارای مدول را میتوان تمیز کرد. اگر شبکه ها زود به زود تمیز شوند، خیلی کثیف نشده و معمولاً با تکان دادن آنها در محلول پاک کننده میتوان آنها را تمیز کرد.

**لامپها را خارج نموده و تمیز کنید :** پاک کردن لامپها روی کف آسانتر است اما در صورتیکه امکان تامین تجهیزات و فضای کار ایمن فراهم باشد، گاهی لامپها را در جوار چراغ شستشو میکنند. یک روش خوب برای پاکسازی لامپها استفاده از دو اسفنج است، یکی برای شستن و دیگری برای آبکشی. حرکت سمت پایین اسفنج شستشو که در یک دست نگهداشته میشود با اسفنج آبکشی که در دست دیگر نگهداشته میشود، دنبال میگردد. سپس اسفنج شستشو رها شده و لامپ در خاتمه حرکت آبکشی با یک پارچه نگهداشته میشود.

**چراغها را در برابر برق گرفتگی ایمن کنید :** برای احتیاط چراغها را باید در برابر برق گرفتگی ایمن نمود. این کار را میتوان باقطع مدار برق انجام داد. لیکن این عمل معمولاً روشنایی بسیار کمی را برای کارگران نگهداری باقی میگذارد. بجای قطع برق میتوان جهت پوشاندن سرپیچهای لامپ از چسب عایق کننده مناسبی استفاده نمود یا میتوان

omoorepeyman.ir

پایه های لامپ ساختگی را درون سرپیچها قرار داد.

**بالا و اطراف چراغ را تمیز کنید :** اغلب، لایه های سنگینی از کثافات در سطوح بالای چراغها یافت میشود. مقدار زیادی از این کثافت را میتوان با برس زدن زدود. چنانچه پراکنده شدن کثافت در هوا ایرادی نداشته باشد، از یک پنکه نیز میتوان استفاده نمود. بعد بقیه کثافت و قشر را میتوان شست. اغلب سطل مخصوصی از محلول پاک کننده برای این منظور مورد استفاده قرار میگیرد.

**داخل چراغ را تمیز کنید :** یک قلم مو بخوبی گرد و خاک و کثافت اطراف سرپیچهای لامپ را تمیز میکند. ابتداء محلول شستشو را برس زده و سپس آبکشی نموده و میگذارند تا چکیده و خشک شود. رفلکتور را میتوان با استفاده از اسفنج شستشو در یک دست و اسفنج آبکشی در دست دیگر، یا اگر از نوعی باشد که درآوردن آن آسان باشد، با بیرون آوردن و شستن در یک مخزن شستشو، تمیز کرد.
چراغهای التهابی وHID، مراحل پاکسازی بسیاری راکه دربالا برای چراغهای فلورسنت مطرح شد، لازم ندارند.بااین حال برای مراحل بالا، که برای تمامی سیستمهای روشنایی مشترکند، میتوان همان روشهای تمیزکاری را مورد استفاده قرارداد.

## نحوه عمل کرد یک اداره نگهداری روشنایی

نگهداری روشنایی باید توسط بخش جداگانه ای که بصورت قسمتی از اداره نگهداری سازماندهی و اداره میگردد، اجرا شود. این بخش باید پرسنل ، انبار و محل کارگاه مختص خود را داشته و از تسهیلات کلی نیز استفاده کند، بگونه ای که بصورت واحد مستقلی که صرفاً تحت نظارت تشکیلاتی اداره است ، عمل کند . در شرکتهای بزرگ این بخش معمولاً بصورت شاخه ای از اداره نگهداری برق اداره میشود که هر دو به نوبه خود زیربخشی از اداره برق کل تشکیلات نگهداری میباشند. این سلسله مراتب، امور مربوط به نگهداری روشنایی را تحت نظارت ریاست صوری اداره برق قرار داده و گروه نگهداری را از خدمات و توصیه های او برخوردار میسازد. البته عمدتاً وسعت هر شرکت بخصوص است که مراتب سازمانی گروه نگهداری روشنایی، تعداد کارکنان این گروه، نحوه استقرار، نظارت و اداره آنها و سایر جزییات مشابه را معین میکند.

ثابت شده است که برای اکثر امور نگهداری روشنایی، گروههای دو نفره ارجحیت دارد. در این مورد بهتر آن است که سرکارگر، یک تکنیسین برق ( یا برقکار) و دستیار او یک کارمند غیرفنی باشد. با وجود این، در برخی موارد کارآموزان برقکاری بعنوان کار میکنند. تکنیسین یا برقکار شرایط لازم برای بازبینی اشکالات برقی و انجام تعمیراتی را که حین عملیات نگهداری با آنها مواجه میشود داراست. روشهای کار از یک کارخانه به کارخانه دیگر متفاوت است. در بعضی گروهها کارکنان نظافتچی غیرفنی تنها به شستن و تمیز کردن لامپها و چراغها اشتغال داشته و صرفاً محل سوختیگها یا اشکالات برقی را به اداره برق گزارش میکنند.

## چگونه یک برنامه نگهداری وضع کنیم

پیش از اقدام به وضع یک برنامه نگهداری روشنایی جدید یا تجدید سازمان یافته، تحلیل دقیق سیستم روشنایی حاضر و عوامل مرتبط به آن و ثبت نمودن و به شکل گزارش در آوردن تمام جزئیات حائز اهمیت بسیاری است. گزارش مزبور باید اطلاعاتی درباره داده های مربوط به نصب سیستم روشنایی، زمان بندیها و روشهای نگهداری و تغییرات گذشته، هزینه اولیه تجهیزات، طرح دقیق سیستمهای روشنایی و سیم کشی موجود و اطلاعات کاملی که از انجام یک سری آزمایش مطابق جدول ۱۸-۴ بدست می آید را شامل باشد.

پیش از آغاز بررسی سیستم روشنایی حاضر، جا دارد مراحلی را که باید با دقت زیادی دنبال شوند، طرح نموده و فرمهای ثبت داده های ضروری و اطلاعات مربوط به هر مرحله را تهیه نمود. سوابق، کلید یک برنامه نگهداری خوب هستند. هر یک از ضرایب اتلاف نور نیاز به سابقه دارد. چنین سوابقی داده های حقیقی را در مورد هر ضریب تحت

omoorepeyman.ir

شرایط کار واقعی ارائه داده، مسئله تخمین و حدس کاری را به کناری نهاده و پایه درستی را در اختیار مهندس نگهداری، برای تحلیل او از سیستم روشنایی و توصیه های او برای یک برنامه نگهداری جدید و پیشرفته قرار میدهند. بنابراین، ایجاد یک پرونده برای نسبت هر ضریب اتلاف نور ، اولین گام مهندس نگهداری است و یکی از مهمترین گامها در طرح یک برنامه نگهداری روشنایی جدید به شمار میرود.

طرح کلی روشنایی موجود هر ساختمان، اداره یا بخش کارخانه را باید با مقیاس ترسیم نموده و بعنوان مرجع در پرونده بایگانی کرد. با هر تغییر یا اضافاتی که صورت میگیرد، این نقشه ها را باید به روز آورده شوند. (این طرحها احتمالاً از قبل در پرونده های شرکت موجود بوده یا از دفتر آرشیتکت قابل تهیه میباشند، مگر آنکه کارخانه قدیمی باشد). همچنین داشتن نقشه های الکتریکی تمام نواحی که مدارهای فرعی روشنایی، پیش بینی مدارهای ذخیره در تابلوها و سایر داده های مربوطه را نشان میدهد، در پرونده بسیار مطلوب خواهد بود.

پس از تهیه فرمهای لازم و ثبت طرحهای کلی روی نقشه ها، کار بررسی روشنایی را میتوان آغاز نمود. برای این کار به یک ولتمتر و یک نورسنج خوب نیاز خواهد بود. سپس باید مراحلی را که در جدول ۱۸-۴ مطرح شده اند، دنبال نموده و نتایج حاصل را جدول بندی کرد. بمنظور تهیه برآورد نسبتاً دقیقی برای هزینه های نگهداری، ذکر تعداد و نوع کارکنانی که در انجام آزمایشها شرکت دارند و مدت زمان لازم برای هر عمل نیز یاری دهنده خواهد بود. به کمک این یادداشتها میتوان هزینه های واحد برای عملیات نگهداری مختلف را براساس نرخهای متداول دستمزد جهت استفاده در هر زمان که بعدها لازم باشد تهیه نمود.

مرحله بعدی تهیه یک گزارش و توصیه برای عرضه به مدیریت است. به کمک داده های بدست آمده از بررسیهای محلی و آزمایشها و اطلاعات مربوط به هزینه های اولیه سیستم روشنایی، برآورد هزینه کل روشنایی در زمان تهیه گزارش براساس ماهیانه یا سالیانه و ارتباط دادن این هزینه ها به شدتهای مشخص روشنایی متوسط، امکان پذیر خواهد بود. این هزینه کل را میتوان به هرینه سالیانه برای هر لوکس نیز خرد نمود. سپس میتوان هزینه نگهداری را بر طبق یک برنامه نگهداری و زمانبندی پیشنهادی برآورده نموده و به هزینه تخمینی اولیه سیستم های روشنایی نگهداری نشده (یا ضعیف نگهداری شده، هر کدام که مصداق دارد)، اضافه نموده و هزینه سالیانه برای هر لوکس را مجدداً تعیین کرد. از آنجا که شدت روشنایی متوسط (لوکس) برای سیستمی که بخوبی نگهداری میشود بسیار بیش از سیستم فاقد نگهداری بوده و هزینه سالیانه افزوده برای نگهداری نیز احتمالاً کم خواهد بود، میتوان دلایل محکمی را در دفاع از برنامه نگهداری روشنایی پیشنهادی ارائه نمود.

توصیه میشود که در گزارش، منافع و مزایای بسیاری را که از یک برنامه نگهداری روشنایی خوب حاصل میشود، ذکر نمود. بیشتر این مزایا قبلاً مورد اشاره قرار گرفته است. لیکن برای تاکید مجدداً ذکر میشود: تحویل نور بیشتر، ظاهر بهتر، دقت بیشتر در انجام کارها که نتیجه آن کیفیت برتر محصول با ضایعات و دوباره کاری کمتر است، تولید بیشتر با هزینه کمتر، استفاده بهتر از سطح کار موجود کارخانه، سهولت دید بیشتر، مخصوصاً در کارکنان مسن که آنها را کارآمدتر میکند، پاکیزگی و آراستگی بهتر در کارخانه، خستگی چشم کمتر در بین کارکنان، نظارت بهتر بر کارگران، روحیه بهتر کارکنان که حاصل آن گردش کمتر نیروی انسانی است و ایمنی بیشتر در کار.

همچنین گزارش باید شامل برآوردی از هزینه نگهداری که اگر تحت پیمانکاری یک شرکت خارجی انجام شود، باشد. برای این منظور میتوان پیشنهاد شرکت خارجی را براساس همان برنامه نگهداری زمانبندی شده و ویژگیهای پیشنهاد شده برای برنامه جدید بدست آورد.

چنانچه شواهد و واقعیات امر، ضرورت تاسیس یک بخش نگهداری روشنایی را در درون شرکت نشان دهد و انجام این کار اقتصادی نیز باشد، تاسیس چنین بخشی را باید پیشنهاد نمود و پیشنهاد را بصورت یک توصیه همراه با گزارش به مدیریت تقدیم کرد. پیشنهاد مذکور باید توصیه هایی برای فضا، پرسنل، تجهیزات، قطعات یدکی و انبارها، مواد شوینده و سایر ملزوماتی که ممکن است مورد نیاز باشند را در بر میگیرد.

در پایان باید به خاطر داشت که همچنان که تلاش برای یافتن منابع جدید انرژی یا ابزارهای جدید و کارآمد تولید انرژی الکتریکی حائز اهمیت است، برنامه های صرفه جویی انرژی نیز کماکان اهمیت خود را حفظ خواهد کرد.

omoorepeyman.ir

بهمین دلیل، برنامه نگهداری روشنایی خوب، اهمیت بسزای خود را در تامین شدتهای روشنایی حتی الامکان بالا با حداقل مصرف انرژی الکتریکی برای تمام کارخانجات صنعتی حفظ خواهد کرد.

**جدول ۱۸-۴ چگونه سیستم روشنایی خود را برای تعیین بهره کل و نیاز به نگهداری تحلیل کنید**

| عوامل نگهداری | روش بررسی عوامل و آنهایی را که باید توجه نمود |
|---|---|
| شدت روشنایی اولیه | سنجش بعمل آورید تا شدت روشنایی افقی «اولیه» معین شود. این کار را برای هر مکان یا برای هر نوع سیستم روشنایی مختلف انجام دهید. در مواردی که شدتهای روشنایی در سراسر یک منطقه تغییر میکند، سنجش را در کل منطقه انجام دهید.<br>ترجیحاً از یک نورسنج فوتوالکتریک قابل حمل استفاده کنید، دستگاهی که در آن، سلولهای فوتوالکتریک مجهز به فیلتر بوده و نورسنج برای خطای کوسینوسی تصحیح شده باشد. برای حصول به یک نتیجه دقیق، میانگین ایستگاههای اندازه گیری کافی برقرار کنید. ولتاژهای سرپیچها، زمان روز، مدل و شماره دستگاه سنجشی که استفاده میکنید و هرگونه امور مربوط از این قبیل را مطمئناً ثبت کنید. |
| سوختگی های لامپ | لامپهایی را که سوخته اند و لامپهایی را که به هر دلیلی روشن نیستند، شمرده و ثبت کنید. چنانچه لامپهااز انواع و اندازه های مختلفی باشند، جزئیات خاموشی آنها را کامل و دقیق ثبت کنید (درصورتیکه نقشه طرح روشنایی در اختیار دارید،این جزئیات را بر روی آن درج کنید). |
| استهلاک لامپ | تمامی منابع نور، بمرور که کهنه میشوند نور کمتری ساطع میکنند. اگر مدت زمانی که لامپها مورد استفاده و روشن هستند نامعلوم باشد، آنها را به دقت بررسی کرده و از روی میزان تیره شدگی، درصد تقریبی عمر نامی را که لامپها روشن بوده اند تخمین بزنید. این مقدار را برای مراجعات بعدی ثبت کنید. اگر تخمین تقریبی مدت زمانی که لامپها روشن بوده اند غیرممکن باشد، میتوان آزمایشی انجام داد که نتایج دقیقی را بدست میدهد. یک منطقه نوعی ( یک اتاق کامل یا یک دهنه بزرگ در محیطی باز) را انتخاب کرده و در چندین ایستگاه اندازه گیری مشخص، یک سری قرائت شدت روشنایی انجام دهید. سپس تمامی لامپها را با لامپهای نو تعویض نموده و قرائت شدت روشنایی را در همان ایستگاههای اندازه گیری تکرار کنید. با مقایسه «میانگین های» این قرائتها و کنترل آنها با یک منحنی استهلاک لومن نوعی (شکل ۷-۴) درصد تقریبی عمر نامی کل لامپ را میتوان تعیین نمود. همچنین مقادیر شدت روشنایی دقیق مربوط به نور لامپهای کهنه که در مقایسه با مقادیر روشنایی لامپهای نو بیشتر بجا می باشد بایستی در پرونده ها ثبت شوند. |
| ولتاژ در سرپیچها | ولتاژ را در سرپیچهای لامپ یا در سرسیمهای چوک، لامپهای فلورسنت و تخلیه الکتریکی کنترل کرده و ازقرائتها یادداشت بردارید و بایگانی کنید. این کار را باید بهنگام قرائت شدتهای روشنایی اولیه و مجدداً بهنگام قرائت شدتهای روشنایی نهایی اصلاح شده انجام داد. وقتی ولتاژها کنترل میشوند، کلیه چراغها باید روشن باشند، چنانچه ولتاژ بطور قابل ملاحظه ای با ولتاژ نامی لامپهای مورد استفاده فرق داشته باشد، باید از شکل ۹-۴ خروجی نور واقعی در ولتاژ نامی را تعیین کرد. |
| کم بهره بودن چراغ | مشخصات توزیع نور و بهره روشنایی کل چراغهای مورد استفاده را باید تعیین کرده و بطور دایم در پرونده بایگانی نمود. این داده ها را میتوان بنا به درخواست از سازنده چراغها دریافت کرد. چنانچه چراغهای موجود از انواع نامناسب و کم بهره بنظر میرسند (شکل ۳-۴)، منحنی های توزیع نور و مقادیر نامی بهره کل سایر چراغهایی را که مناسب تر بنظر میرسند، بدست آورده و با واحدهایی که در حال کار هستند مقایسه کنید. |

omoorepeyman.ir

انعکاسهای سطوح اتاق

ضرایب انعکاس را برای سقف، دیوارهای جانبی، کف و اسباب و اثاثیه (ماشینها)، به همان صورتی که قرار گرفته اند، تعیین و ثبت کنید (ضرایب انعکاس را میتوان به کمک اندازه گیریهای نورسنج محاسبه نمود- دستورالعملهای عرضه شده با این دستگاهها را ملاحظه کنید- یا اینکه آنها را میتوان به کمک مقیاس ضریب انعکاسی که توسط اکثر سازندگان رنگ ارائه میشود تعیین نمود).
انعکاسهای موجود را میتوان به کمک واسطه یابی در مقایسه با انعکاسهای دیگر ارزیابی نمود (جدول ۱۶-۴)، و اثر رنگهای روشن را بر روی روشنایی نهایی برآورد کرد. برای دستیابی به نتایج دقیق از جدول ضریب بهره برای چراغهایی که در حال حاضر نصب میباشند استفاده کنید.

---

کثافت و گرد و خاک

شدت روشنایی اولیه در یک اتاق یا دهانه بزرگ نوعی، با لامپها و چراغهای کثیف موجود اندازه گیری و یادداشت کنید. سپس همه چراغها را شسته و تمیز کنید. اندازه گیری شدت روشنایی را در همان ایستگاههای اندازه گیری تکرار کرده و ثبت کنید. در صورت امکان، مدت زمانی را که از آخرین پاکسازی میگذرد تخمین زده و میزان افت (بر فاصله زمانی) ناشی از تجمع کثافت و گرد و خاک بر روی لامپها و چراغها را تعیین کنید.

---

شدت روشنایی موجود

شدت روشنایی موجود یا تعدیل شده را به کمک محاسبه یا آزمایش واقعی تعیین کنید.
برای انجام این کارهفت مرحله ای را که در بالا تشریح شده است، دنبال کنید. برای محاسبه نتایج از نمودارها و جداول این فصل استفاده کنید، یا اینکه اطلاعات دقیق تجهیزات در حال کار را از سازندگان تجهیزات روشنایی بدست آورید و برای این کار استفاده کنید.
چنانچه برای شدت روشنایی نهایی، انجام یک آزمایش واقعی مورد نظر باشد، از یک اتاق نوعی بسته (ترجیحاً) یا یک دهانه بزرگ استفاده کنید سپس کارهای زیر را انجام دهید: (۱) شدت روشنایی موجود را در همان شرایط نگهداری نشده اندازه گیری کنید؛ (۲) ولتاژ را در سرپیچها یا در سر سیمهای چوکها با ولتاژ نامی لامپها تنظیم کنید (این کار را معمولاً با تغییر میانسرهای "taps" ترانسفورماتور، هنگامی که ولتاژ چندین ولت انحراف داشته باشد، میتوان انجام داد)؛ (۳) سقف دیوارهای جانبی را تجدید رنگ کنید (یا چنانچه عملی باشد آنها را بشوئید) - نقشه های محل، راهنمای این کار خواهد بود- همچنین کف و ماشینها را تمیز کنید و چنانچه نقاشی ماشینها نیز جزء برنامه مدرن سازی است، این کار را انجام دهید؛ (۴) تمامی چراغها، رفلکتورها،شبکه ها و اجزاء و غیره را تمیز کرده و لامپهای جدید نصب کنید؛ (۵) با استفاده از همان ایستگاههای اندازه گیری مرحله ۱، شدت روشنایی حاصل از سیستم روشنایی که اخیراً تمیز شده و اخیراً مجهز به لامپهای جدید شده است را اندازه گیری کنید؛ (۶) شدت روشنایی موجود یا تعدیل شده نهایی را با شدت روشنایی اولیه ای که قبل از عملیات نگهداری وجود داشت مقایسه کنید.

---

omoorepeyman.ir

# Contents


## Section 1. Organization and Management of the Maintenance Function

1. Introduction to the Theory and Practice of Maintenance
2. Operating Policies by Which Maintenance Should Be Guided
3. Operating Practices to Reduce Maintenance Work
4. Reports from Maintenance
5. Area and Centralized Maintenance Control
6. Considerations in Using Outside Contractors
7. Incentive Payment for Maintenance Workers
8. Human Factors in Maintenance

## Section 2. Establishing the Costs and Controls of Maintenance

1. Work Measurement
2. Work Authorization and Control
3. Rating and Evaluating Maintenance Workers
4. Work Simplification in Maintenance Costs
5. Estimating Repair and Maintenance Costs
6. Cost Control for Effective Operation
7. Small Plant Maintenance Control
8. Maintenance Stores and Inventory Control
9. Maintenance Storerooms




omoorepeyman.ir

## section 3. Applying the Computer to Maintenance Management and Control

1. An Introduction to the Computer in Maintenance
2. Automating Maintenance Information by Computer
3. Computerized Planning and Scheduling
4. A Directory of Computer Terminology

## Section 4. Maintenance of Plant Facilities

1. Maintenance of Built - up Roofs
2. Concrete Industrial Floor Surfaces: Design, Installation, Repair, and Maintenance
3. Painting and Protective Coatings
4. Maintenance and Cleaning of Brick Masonry Structures
5. Maintenance of Elevators and Special Lifts

## Section 5. Sanitantion and Housekeeping

1. Organizing the Sanitation - Housekeeping Personnel
2. Maintaining Plant Sanitation and Housekeeping
3. Industrial Housekeeping
4. Cleaning Industrial Plant Offices
5. Clean Rooms: Construction and Maintenance

## Section 6. Maintenance of Mechanical Equipment

1. Plain Bearings
2. Rolling Bearings
3. Flexible Couplings for Power Transmission



omoorepeyman.ir

4. Chains for Power Transmission

5. Cranes: Overhead and Gantry

6. Chain Hoists

7. V - Belt Drives

8. Mechanical Variable - Speed Drives

9. Gear Drives and Speed Reducers

## Section 7. Maintenance of Electrical Equipment

1. Electric Motors

2. Maintenance of Control Components

3. Maintenance of Industrial Batteries (Lead - Acid, Nickel- Cadmium, Nickel - Iron)

4. Illumination

## Section 8. Maintenance of Service Equipment

1. Air - Conditioning Equipment

2. Ventilating Fans and Exhaust Systems

3. Dust Collecting Equipment

4. Centrifugal Pumps

5. Reciprocating Air Compressors

6. Valves

7. Piping

8. Scaffolds and Ladders



omoorepeyman.ir

## Section 9. Lubrication

1. Lubricants
2. Lubricating Systems, Devices, and Procedures

## Section 10. Instruments and Vibration

1. Mechanical Instruments for Measuring Process Variables
2. Electrical Instruments for Measuring, Servicing, and Testing
3. Vibration: Its Analysis and Correction

## Section 11. Maintenance Welding

1. Arc Welding in Maintenance
2. Gas Welding in Maintenance

## Section 12. Chemical Corrosion Control and Cleaning

1. Corrosion Control
2. Industrial Chemical Cleaning



omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir