کلاس بندی جرثقیلهای سقفی بر اساس استانداردهای مختلف

گردآوری و تدوین :

مهدی رحیمی

کلاس بندی جرثقیلهای سقفی بر اساس استانداردهای مختلف

فهرست

مقدمه ۲

۱-روشهای متداول تعیین کلاس کاری جرثقیلهای سقفی ۳

۱-۱-روش اول بر اساس دستورالعمل FEM و استانداردهای BS466 و ISO4301 ..... ۴

۱-۱-۱-تصویر کلی کلاس بندی ۴

۱-۱-۲-کلاس بندی کلی تجهیزات بالابری ۴

۱-۱-۳-کلاس بندی کلی مکانیزمهای مجزا ۱۰

۱-۱-۴-کلاس بندی قطعات ۱۸

۱-۲-روش دوم، بر اساس دستورالعمل CMAA و استاندارد ASME ۲۳

۱-۲-۱-تصویر کلی کلاس بندی بر اساس CMAA ۲۳

۱-۳-کلاس بندی مکانیکی جرثقیلهای سقفی در سایر استانداردها و دستورالعمل ها ۲۷

۱-۳-۱-روش موجود در استاندارد ANSI/ASME HST-4 و دستورالعمل HMI ۲۷

۱-۳-۲- روش موجود در استاندارد AISE ۲۹

۱-۴-مقایسه کلاس ها در استاندارد های مختلف ۲۹

پیوست ۱: نمونه هایی از توزیع بار(طیف بار) ۳۰

پیوست ۲:جدول راهنمای کلاس بندی مکانیزمهای جرثقیلهاس سقفی صنعتی از استاندارد BS466 ..... ۳۱

پیوست ۲:جدول راهنمای کلاس بندی مکانیزمهای جرثقیلهاس سقفیفولادسازی از استاندارد BS466 ..... ۳۲

کلاس بندی جرثقیلهای سقفی بر اساس استانداردهای مختلف

مقدمه

- امروزه جرثقیلهای سقفی جزء لاینفکی از صنعت می باشند که در طیف وسیعی از صنایع مختلف از حمل و نقل و کشتیرانی گرفته تا اتوموبیل سازی ، تولید کاغذ ، تولید فولاد و ... بکار گرفته می شوند و کمتر کارگاهی یافت می شود که در آن از یکی از انواع جرثقیل بالاسری(overhead traveling) استفاده نشده باشد. با توجه به گستره عظیم کاربرد جرثقیلهای سقفی (و انواع مشابه مانند جرثقیلهای دروازه ای ، نیم دروازه ای و ...) و تفاوت عمده میان حجم کاری ، محیط کار ، ظرفیت بار و سایر مشخصات آنها لاجرم طراحی و به طور مشابه سفارش جرثقیل نیاز به ارائه اطلاعات اولیه ای دارد که این اطلاعات منجر به طراحی های مختلف می گردد. طراحی جرثقیلهای مختلف با ویژگی های مختلف در عین تکثر ، تشابه هایی را میان گروه های مختلف جرثقیل ها نشان داد که ایده طبقه بندی جرثقیل ها را پرورش داد. تعیین کلاس کاری تجهیزات جرثقیل بعنوان یکی از مهمترین فاکتورهای طراحی آن، نیاز به راهبردی علمی دارد که این راهبرد در استانداردها و دستورالعمل های مختلف بیان شده است . در این نوشتار سعی شده با بهره گیری از منابع استاندارد، روش جامع تعیین کلاس کاری جرثقیل برای استفاده طراحان و سفارش دهندگان جرثقیل ارائه گردد.

۱- روشهای متداول تعیین کلاس کاری جرثقیل سقفی

تعیین کلاس کاری جرثقیلها به طور کلی از یک منطق محاسباتی پیروی می کند به این معنی که در تمام روشهای موجود ، نوع باری که جرثقیل حمل می کند(از نظر مقدار) و تعداد سیکلهایی که جرثقیل تحت هر کدام از این بارها طی می کند فاکتورهای تعیین کننده می باشند. در جزئیات دو راهبرد مختلف به شرح ذیل را در این نوشتار ملاک عمل قرار داه و در انتها نیز به چند روش مشابه دیگر اشاره می نماییم:

الف: روش بیان شده در استاندارد ISO4301/1 و ISO4301/5 که با کمترین تفاوت می توان این روش را در استاندارد BS466 نیز مطالعه نمود. ترجمه این استاندارد نیز تحت استاندارد ملی ایران ISIRI10053-1و ISIRI10053-5 به زبان فارسی موجود می باشد. ضمنا این روش در دستورالعمل FEM1.001 تحت عنوان:

RULES FOR THE DESIGN OF HOISTING APPLIANCES

نیز مورد استفاده قرار گرفته است.

در ادامه ضمن استفاده از مطالب موجود در منابع فوق سعی شده است توضیحات گویاتر و کاملتری در این خصوص ارائه شود.

ب: روش بیان شده در دستورالعمل CMAA مربوط به انجمن جرثقیل سازان آمریکا تحت عنوان:

Specifications for Top Running Bridge & Gantry Type Multiple Girder Electric Overhead Traveling Cranes

۱-۱- روش اول بر اساس دستورالعمل FEM واستانداردهای BS466 وISO4301 :

۱-۱-۱ : تصویر کلی کلاس بندی

در طراحی یک تجهیز بالابر و اجزای آن ، برآوردی از حجم کاری ای که در عمر کاری آنها لازم خواهد شد باید بعمل آورد ، به این منظور گروه‌بندی در موارد زیر به کار می‌رود :

- تجهیز به طور کلی
- تک تک مکانیزمها بطور جامع
- اجزاء سازه‌ای و مکانیکی

این کلاس بندی بر پایهٔ دو معیار زیر انجام می‌گیرد :

- دورهٔ کلی استفاده از آیتم مورد نظر
- بار هوک ، طیف بار یا تنشی که قطعات و اجزاء در معرض آن قرار دارند .

۱-۱-۲ : کلاس بندی کلی تجهیزات بالابری

۱-۲-۱-۱ : سیستم کلاس بندی

تجهیزات بطور کلی در هشت گروه طبقه‌بندی می‌شوند که به ترتیب با نمادهای A_1,A_2 و ..... و A_8 نمایش داده می‌شوند و این گروهها براساس ده کلاس بهره‌برداری و چهار طیف بارگذاری بدست می‌آیند. این طبقه بندی قالبی را ارائه می دهد که بر اساس آن ارتباط میان خواسته های مشتری جرثقیل و سازنده جرثقیل ایجاد می گردد. همچنین این طبقه بندی در واقع جایگزین محاسبات خستگی در جرثقیل و محاسبه طول عمر آن می باشد.

۲-۲-۱-۱ : *کلاسهای بهره برداری*

دورهٔ استفاده از یک تجهیز به معنای تعداد سیکلهای باربرداری است که تجهیز به پایان می‌برد . یک سیکل باربرداری کل مجموعه فعالیتهایی است که هنگام بلند کردن یک بار شروع شده و زمانی که تجهیز آماده بلند کردن بار بعدی می‌باشد به پایان می‌رسد .

دورهٔ کلی بهره برداری یک تجهیز ، دورهٔ استفادهٔ برآورد شده‌ای می‌باشد که با راه‌اندازی تجهیز شروع شده و با خارج نمودن نهایی تجهیز از سرویس پایان می‌پذیرد .

براساس دورهٔ کلی بهره‌برداری ، ده کلاس بهره‌برداری داریم که با نمادهای U_0 و U_1 و .... وU_9 مشخص می‌شوند. شرح این کلاسها در جدول ۱ آمده است .

توضیح اینکه در استاندارد BS کلاس U_0 بیان نشده و سایر کلاسها دقیقا مانند جدول ذیل می باشد.

زمانی که اطلاعات کافی وجود داشته باشد ، تعداد سیکلهای باربرداری را باید از طریق اطلاعات مربوط به حجم کاری جرثقیل بنا بر کاری که جرثقیل قرار است انجام دهد محاسبه نمود. برای جرثقیلی که بصورت پیوسته کار می کند می توان به راحتی از تعداد باربرداری های هر ساعت کاری آن و ساعات کاری آن در روز استفاده نمود و تعداد کل سیکلهای باربرداری را بر اساس طول عمر مورد نظر محاسبه نمود.

درصورتی که اطلاعات کافی وجود نداشته باشد؛ مانند جاییکه جرثقیل وظایف مختلف دارد ، برای تعیین تعداد کل سیکلهای باربرداری باید عددی بر اساس تجربه تخمین زده شود و درصورتیکه این کار مشکل باشد عدد ردیف بالاتر از آنچه بعنوان حجم کاری تخمین می زنیم را از جدول ۱ انتخاب می کنیم.

جدول ۱: کلاسهای بهره برداری بر اساس سیکل بهره برداری کل

توضیحات	دورهٔ بهره‌برداری کلی (تعداد $nmax$ سیکلهای باربرداری)	کلاس بهره برداری
کاربرد غیر تکرار شونده	$Nmax \leq 16000$	U_0
	$16000 < nmax \leq 32000$	U_1
	$32000 < nmax \leq 63000$	U_2
	$63000 < nmax \leq 125000$	U_3
کاربرد نسبتا تکرار شونده	$125000 < nmax \leq 250000$	U_4
کاربرد تکرار شونده	$250000 < nmax \leq 500000$	U_5
کاربرد بسیار تکرار شونده	$500000 < nmax \leq 1000000$	U_6
کاربرد پیوسته یا نزدیک به پیوسته	$1000000 < nmax \leq 2000000$	U_7
	$2000000 < nmax \leq 4000000$	U_8
	$4000000 < nmax0$	U_9

۳-۲-۱-۱ : طیف بار (وضعیت بارهای حمل شونده)

طیف بار تعداد کل بارهایی را توصیف می‌کند که در دورهٔکلی بهره برداری توسط یک تجهیز حمل می‌شوند .

طیف بار یک تابع توزیعی (تجمعی) $Y = f(x)$ می‌باشد که کسر x $(0 \leq x \leq 1)$ از دورهٔ کلی بهره‌برداری را به به یک مقدار معین نسبت بار برداشته شده به بار کاری ایمن y $(0 \leq y \leq 1)$ ، نسبت می‌دهد .

مثالهایی از طیف بار در شکل ۱ و پیوست ۱ نشان داده شده است .

هر طیف متناظر با یک فاکتور طیف K_P می‌باشد که با رابطه زیر بدست می‌آید :

$$Kp=\int_0^1 y^{\,d}\,dx$$

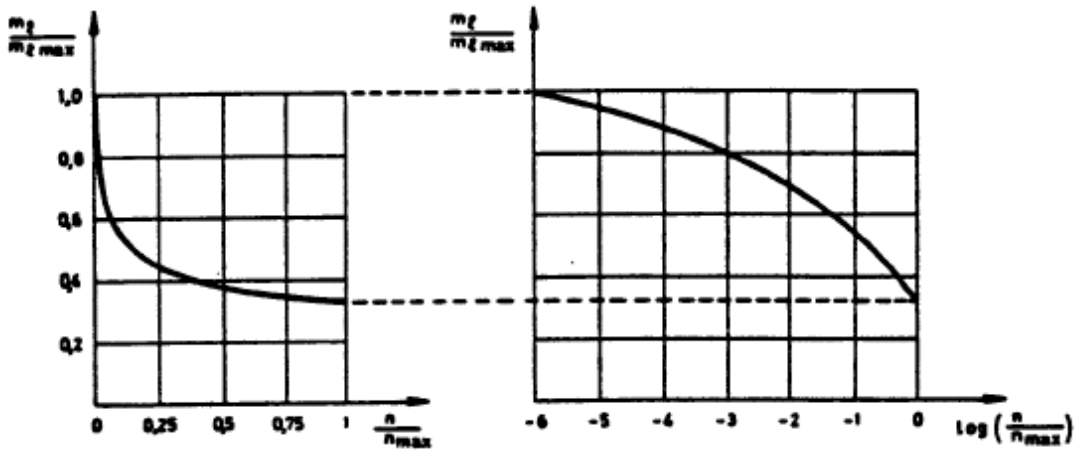
در اینجا به منظور کلاس بندی ، توان d معمولاً برابر ۳ در نظر گرفته می‌شود .

در بسیاری از کاربردها ،تابع $F(x)$ می‌تواند با یک تابع مرکب از تعداد مشخص r پله تقریباً زده شود (شکل ۲) که شامل به ترتیب n_1 و n_2 و ..... و n_r سیکل باربرداری باشد ، باربرداری می‌تواند در iامین پله می تواند به صورت n_i سیکل با بار ثابت و برابر mli در نظر گرفته شود . اگر n_{max} نشانگر دورهٔ کلی بهره‌برداری و ml_{max} بزرگترین بار mli باشد رابطه زیر برقرار است :

$$n_1+n_2+\ldots.+n_r=\sum_{i=1}^{r}=\boldsymbol{nmax}$$

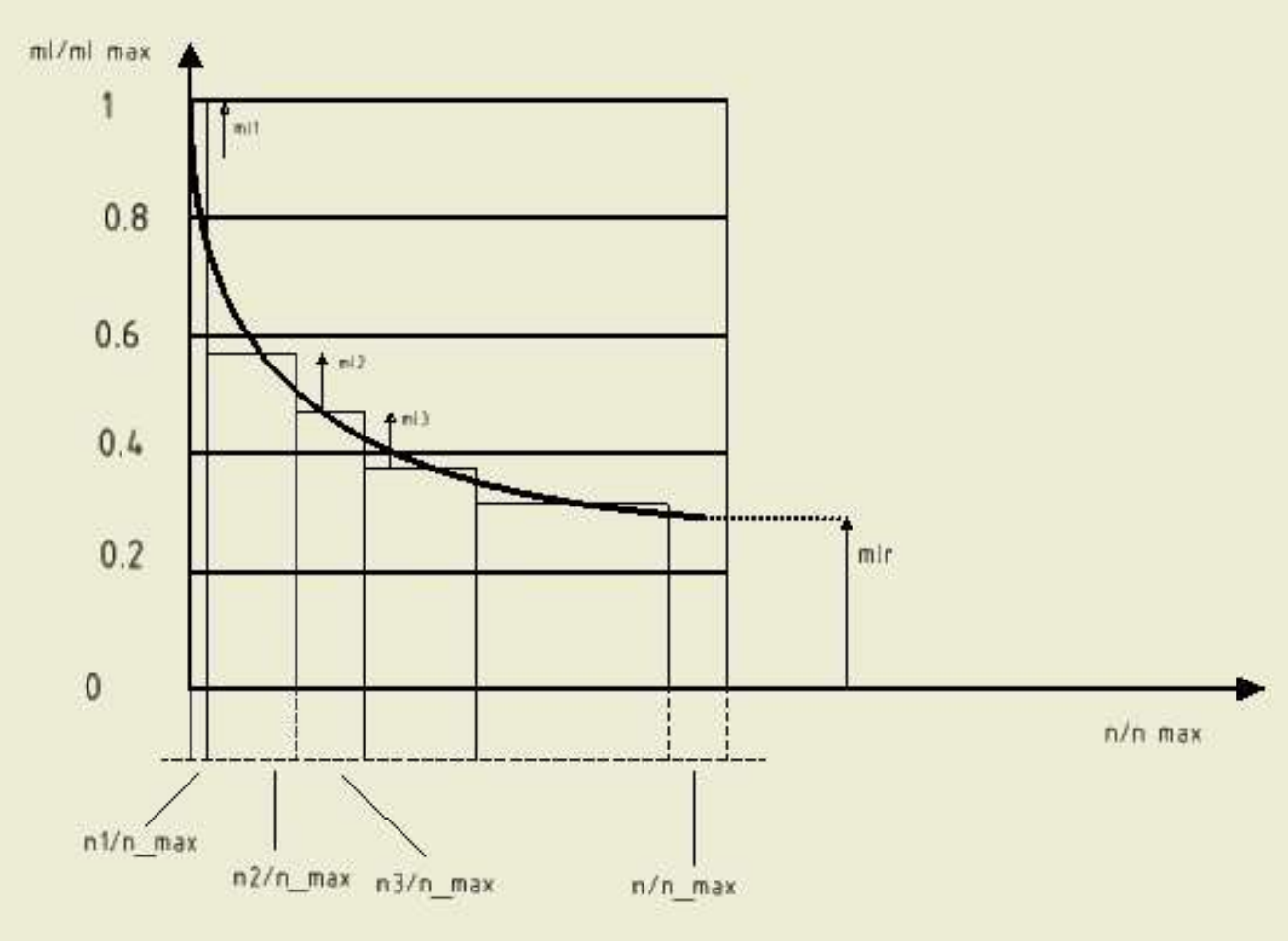
$$Kp=\left(\frac{\boldsymbol{ml\,1}}{\boldsymbol{ml\,max}}\right)^3\frac{\boldsymbol{n1}}{\boldsymbol{nmax}}+\left(\frac{\boldsymbol{ml\,2}}{\boldsymbol{mlmax}}\right)^3\frac{\boldsymbol{n2}}{\boldsymbol{nmax}}+\ldots+\left(\frac{\boldsymbol{mlr}}{\boldsymbol{mlmax}}\right)^3\frac{\boldsymbol{nr}}{\boldsymbol{nmax}}=\sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{r}}\left(\frac{\boldsymbol{mli}}{\boldsymbol{mlmax}}\right)^3\frac{\boldsymbol{ni}}{\boldsymbol{nmax}}$$

شکل ۱ : نمونه توابع توزیع بار



الف ب

شکل ۲



در برخی استاندارد ها از $\acute{K}_P$ که ریشه سوم Kp می باشد استفاده می شود که نتایج یکسان می باشد.

یک تجهیز بالابر بسته به طیف بار آن در یکی از چهار کلاس طیف Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 که شرح آن در جدول۲ آمده است قرار می‌گیرد .

جدول ۲ : مقادیر فاکتور طیف بار

فاکتور طیف Kp	نماد
$Kp \leq 0.125$	Q_1 سبک
$0.125 < Kp \leq 0.250$	Q_2 متوسط
$0.250 < Kp \leq 0.500$	Q_3 سنگین
$0.500 < Kp \leq 1.000$	Q_4 بسیار سنگین

۴-۲-۱-۱- کلاس بندی تجهیزات بالابری

طبقه‌بندی کلاس کاری تجهیزات بالابری بطور کلی از طریق جدول ۳ تعیین می‌شود . با داشتن یک کلاس بهره برداری و یک کلاس طیف بار می توان از طریق این جدول کلاس کاری جرثقیل را تعیین نمود. این کلاس کاری عمدتا مربوط به کل جرثقیل و بحث تحمل خستگی آن می باشد. به همین دلیل در بیشتر اوقات مقادیر A را کلاس سازه ای جرثقیل می نامند. در مقابل مکانیزمهای جرثقیل نیز بطور مجزا از نظر عملکرد کلاس بندی می شوند که به عنوان کلاس مکانیکی جرثقیل شناخته می شود که در ادامه خواهد آمد.

جدول ۳: کلاس کاری جرثقیل

کلاسهای طیف بار	کلاسهای بهره برداری									
	U0	*U1*	*U2*	*U3*	*U4*	*U5*	*U6*	*U7*	*U8*	*U9*
Q1	*A1*	*A1*	*A1*	*A2*	*A3*	*A4*	*A5*	*A6*	*A7*	*A8*
Q2	*A1*	*A1*	*A2*	*A3*	*A4*	*A5*	*A6*	*A7*	*A8*	*A8*
Q3	*A1*	*A2*	*A3*	*A4*	*A5*	*A6*	*A7*	*A8*	*A8*	*A8*
Q4	*A2*	*A3*	*A4*	*A5*	*A6*	*A7*	*A8*	*A8*	*A8*	*A8*

۵-۲-۱-۱- راهنمای گروه‌بندی یک تجهیز

دستورالعملهایی در خصوص کلاس‌بندی تجهیزات بالابری در جدول ۴ داده شده است .

از آنجا که یک تیپ از تجهیزات در یک گسترهٔ وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرند ، گروههایی که در جدول نشان داده شده‌اند فقط بعنوان یک الگو باید در نظر گرفته شوند . بطور خاص در جائیکه چندین گروه برای یک تیپ خاص تجهیز ، مناسب قلمداد شود ، لازم است که براساس دورهٔ کلی بهره‌برداری محاسبه شده برای تجهیز و نوع کار آن مشخص کنیم که این تجهیز در کدام کلاس بهره‌برداری و کدام طیف بار و در نتیجه در کدام گروه قرار می‌گیرد .

۳-۱-۱- کلاس بندی کلی مکانیزمها ی مجزا

۱-۳-۱-۱ - سیستم کلاس‌بندی

تک تک مکانیزمها بطور کلی در هشت گروه کلاس بندی می‌شوند که با نمادهای M_1 , M_2 و .... تا M_8 و براساس ده کلاس بهره‌برداری و چهار کلاس طیف بار مشخص می‌شوند .

کلاس بندی جرثقیلهای سقفی بر اساس استانداردهای مختلف

جدول ۴ : راهنمای کلاس بندی جرثقیلها

ردیف	تیپ تجهیزات	موارد ویژه کاربرد *	گروه تجهیز
۱	تجهیزات دستی		*A1-A2*
۲	جرثقیلهای ساختمانی		*A1-A2*
۳	جرثقیلهای سوار کردن و پیاده کردن ماشین آلات در نیروگاهها و تعمیرگاهها و کارگاهها		*A2-A4*
۴	جابجا کننده ها در واحدهای انبارش و تحویل	کار با هوک	*A5*
۵	جابجا کننده ها در واحدهای انبارش و تحویل	کار با چنگک و مگنت	*A6-A8*
۶	جرثقیلهای تعمیرگاهی		*A3-A5*
۷	جرثقیلهای سقفی متحرک ، جرثقیلهای انبار قراضه ، جدا کردن تختال گرم	کار با چنگک یا مگنت	*A6-A8*
۸	جرثقیلهای پاتیل بر		*A6-A8*
۹	جرثقیلهای کورهٔ عمیق		*A8*
۱۰	جرثقیلهای جدا کننده از کوکیله ، جرثقیلهای شارژ کورهٔ باز		*A8*
۱۱	جرثقیلهای کوره و کارگاه آهنگری		*A6-A8*
۱۲-*a*	جرثقیلهای پل دار برای تخلیه ، جرثقیلهای پل دار برای مخازن	کار با هوک یا مجموعه قلاب	*A5-A6*
۱۲-*b*	سایر جرثقیلهای پل دار (با چنگک و / یا جرثقیلهای بازویی چرخان)	کار با هوک	*A4*
۱۳	جرثقیلهای تک پل برای تخلیه، جرثقیلها پل دار (با چنگک و / یا جرثقیلهای بازویی چرخان)	چنگک یا مگنت	*A6-A8*
۱۴	جرثقیلهای اسکله‌ای ، جرثقیلهای بازویی کشتی سازی ، جرثقیلهای بازویی برای پیاده کردن قطعات	کار با هوک	*A3-A5*
۱۵	جرثقیلهای باز انداز (چرخان یا دروازه‌ای) ، جرثقیلهای شناور و دکل‌های شناور	کار با هوک	*A5-A6*

ردیف	تیپ تجهیزات	موارد ویژه کاربرد *	گروه تجهیز
۱۶	جرثقیلهای بار انداز (چرخان یا دروازه‌ای) ، جرثقیلهای شناور و دکل‌های شناور	کار با چنگک یا مگنت	*A6-A8*
۱۷	جرثقیلهای شناور و دکل های شناور برای بارهای بسیار سنگین (معمولاً بیشتراز ۱۰۰ تن) جرثقیلهای سکویی		*A2-A3*
۱۸	جرثقیلهای سکویی	کار با هوک	*A3-A4*
۱۹	جرثقیلهای سکویی	کار با چنگک یا مگنت	*A4-A5*
۲۰	جرثقیلهای گردان با کابین برای کارهای ساختمانی		*A3-A4*
۲۱	دکل‌ها (در یک ها)		*A2-A3*
۲۲	جرثقیلهای ریلی که مجاز به حرکت در مسیر قطر می باشند .		*A4*

* فقط برخي از حالتهاي متداول استفاده جهت راهنمايي در اينجا

۲-۳-۱-۱- کلاسهای بهره‌برداری

دورهٔ کاری یک مکانیزم به معنی زمانی است که حین آن مکانیزم کاملاً در حرکت است .

دورهٔ کلی کارکرد دورهٔ کاری محاسبه شده‌ای است که بعنوان یک مقدار راهنما برای زمان تعویض مکانیزم بکار می رود . این مقدار بر واحد ساعت بیان می‌شود .

براساس این دورهٔکلی کار ، ده کلاس بهره برداری T_1 و T_2 و .... و T_9 بدست می‌آید . این کلاسهای بهره برداری در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵: کلاسهای بهره‌برداری

نماد (کلاس بهره برداری مکانیزم)	دورهٔ کلی کارکرد (ساعت)
T0	$T \leq 200$
T1	$200 < T \leq 400$
T2	$400 < T \leq 800$
T3	$800 < T \leq 1600$
T4	$1600 < T \leq 3200$
T5	$3200 < T \leq 6300$
T6	$6300 < T \leq 12500$
T7	$12500 < T \leq 25000$
T8	$25000 < T \leq 50000$
T9	$50000 < T$

۳-۳-۱-۱- طیف بارگذاری

طیف بارگذاری مقدار بارهای وارد شده بر مکانیزم را در دورهٔ کلی کارکرد آن مشخص می‌کند . این مقدار یک تابع توزیع (تجمعی) $Y = F(X)$ می‌باشد که کسر X از دورهٔ کلی استفاده را به یک مقدار نسبت بار اعمالی به مکانیزم به بار ماکزیمم $(1 > y > 0)$ متناظر می‌کند . (شکل ۲-۱-۲-۳-۱) .

هر طیف بار با یک فاکتور km بیان می‌شود که به شکل زیر تعریف می‌شود :

$$Km = \int_0^1 y^{\,d}\, dx$$

برای گروه بندی ، d معمولاً برابر با ۳ در نظر گرفته می‌شود .

در بسیاری از کاربردها $f(x)$ می تواند با تابعی مرکب از تعداد مشخص r پله تقریب زده شود.

(شکل ۲) که بترتیب برای دوره‌های t_1 , t_2 , ... t_r بارهای s بصورت تکه تکه مقادیر ثابت و برابر S_i را در دورهٔ t_i می گیرند . اگر T دورهٔ کلی کارکرد باشد و S_{max} بزرگترین بارهای S_1 و S_2 و ... و S_r باشد رابطه زیر برقرار است:

$$t_1+t_2+\ldots.+t_r=\sum_{i=1}^{r} ti = T$$

و بطور تقریبی :

$$K_m = \left[\frac{s1}{smax}\right]^3 \frac{t1}{T} + \left[\frac{s2}{smax}\right]^3 \frac{t2}{T} + \ldots.. + \left(\frac{sn}{smax}\right)^3 \frac{tr}{T} = \sum_{i=1}^{r} \left(\frac{si}{smax}\right)^3 \frac{ti}{T}$$

یک مکانیزم برحسب نوع فعالیت آن در یکی از کلاس‌های چهارگانه طیف باری L_1,L_2,L_3,L_4 قرار می‌گیرد که در جدول ۶ آمده است .

جدول ۶:کلاسهای طیف باری

فاکتور طیف بار Km	نماد
$Km \leq 0.125$	$L1$
$0.125 < km \leq 0.250$	$L2$
$0.250 < km \leq 0.500$	$L3$
$0.500 < km \leq 1.00$	$L4$

۴-۳-۱-۱- کلاس بندی جامع مکانیزمهای مجزا

براساس کلاسهای بهره برداری و کلاسهای طیف باری مکانیزمها بطور کلی در یکی از هشت گروه M_1 , M_2, ... , M_8 قرار می‌گیرند که در جدول ۷ بیان شده است .

جدول ۷ :گروه بندی مکانیزمها

کلاس طیف بار	کلاس بهره‌برداری									
	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
L_1	M_1	M_1	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
L_2	M_1	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_8
L_3	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_8	M_8
L_4	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_8	M_8	M_8

۵-۳-۱-۱- راهنمای کلاس بندی جامع مکانیزمها

راهنمای گروه بندی انفرادی مکانیزمها بطور کلی در جدول ۸ آمده است . از آنجا که تجهیزات با تیپ یکسان میتوانند در گستره وسیعی از وظایف بکار روند ، راهنمای گروه بندی در این جدول تنها می‌تواند بعنوان یک الگو در نظر گرفته شود . بطور خاص در جائیکه چند گروه برای یک تیپ مکانیزم مناسب قلمداد شود ؛ لازم است براساس دورهٔ کلی عملکرد محاسبه شده مکانیزم و طیف بار مشخص کنیم که مکانیزم در کدام کلاس بهره‌برداری و کلاس طیف بار و در نتیجه در کدام گروه مکانیزمها قرار می‌گیرد . (رجوع شود به ۱-۱-۳-۴)

کلاس بندی جرثقیلهای سقفی بر اساس استانداردهای مختلف

جدول ۸ : راهنمای کلاس بندی یک مکانیزم

ردیف	تیپ تجهیز	کاربرد خاص *	تیپ مکانیزم			
	شـــرح		بالابری	چرخشی	قلاب	حرکت عرضی
۱	تجهیزات دستی		M_1	--	--	M_1
۲	جرثقیلهای ساختمانی		M_2- M_3	M_2- M_3	M_1- M_2	M_1- M_2
۳	جرثقیلهای سوار کردن و پیاده کردن ماشین آلات در نیروگاهها و تعمیرگاهها		M_2	--	--	M_2
۴	جابجا کننده‌ها در واحدهای انبارش و تحویل	کار با هوک	M_5- M_6	M_4	--	M_4- M_5
۵	جابجا کننده در واحدهای انبارش و تحویل	کار با چنگک یا مگنت	M_7- M_8	M_6	--	M_6- M_7
۶	جرثقیلهای تعمیرگاهی		M_6	M_4	--	M_4
۷	جرثقیلهای سقفی متحرک ف جرثقیلهای انبار قراضه ، جدا کننده های تختال گرم	کار با چنگک یا مگنت	M_8	M_6	--	M_6- M_7
۸	جرثقیلهای پاتیل بر		M_7- M_8	--	--	M_4- M_6
۹	جرثقیلهای کوره عمیق		M_8	M_6	--	M_7
۱۰	جرثقیلهای جدا کننده شمش از ، جرثقیلهای شارژ کوره باز		M_8	M_6	--	M_7
۱۱	جرثقیلهای کوره و کارگاه آهنگری		M_8	--	--	M_5
۱۲-a	جرثقیلهای پل دار برای تخلیه ، جرثقیلهای پل دار برای مخازن	کار با هوک ومجموعه قلاب	M_6- M_7	M_5- M_6	M_3- M_4	M_6- M_7
۱۲-b	سایر جرثقیلهای پل دار (با چنگک و / یا جرثقیل‌های بازوی چرخان)	کار با هوک	M_4- M_5	M_4- M_5	--	M_4- M_5
۱۳	جرثقیل‌های تک پل برای تخلیه ، جرثقیل‌های پل دار (با چنگ و یا بازوی چرخان)	چنگک یا مگنت	M_8	M_5- M_6	M_3- M_4	M_7- M_8
۱۴	جرثقیل‌های اسکله ای ، جرثقیل های بازویی کشتی	کار با هوک	M_5- M_6	M_4-	M_4- M_5	M_4-

ردیف	تیپ تجهیز	کاربرد خاص *	تیپ مکانیزم			
	شـــرح		بالابری	چرخشی	قلاب	حرکت عرضی
	سازی ، جرثقیل‌های بازویی برای پیاده کردن قطعات			M_5		M_5
۱۵	جرثقیل بارانداز (چرخان یا دروازه‌ای) ، جرثقیلهای شناور و دکل های شناور)	کار با هوک	M_6- M_7	M_5- M_6	M_5- M_6	--
۱۶	جرثقیل بارانداز (چرخان یا دروازه‌ای) ، جرثقیلهای شناور و دکل های شناور)	چنگک یا مگنت	M_7- M_8	M_6- M_7	M_6- M_7	--
۱۷	جرثقیل‌های شناور و دکل‌های شناور برای بارهای بسیار سنگین (معمولاً بیش از ۱۰۰ تن)		M_3- M_4	M_3- M_4	M_3- M_4	--
۱۸	جرثقیل‌های سکویی	کار با هوک	M_4	M_3- M_4	M_3- M_4	M_2
۱۹	جرثقیل‌های سکویی	چنگک یا مگنت	M_5- M_6	M_3- M_4	M_3- M_4	M_4- M_5
۲۰	جرثقیل‌های گردان با کابین برای کارهای ساختمانی		M_4	M_3	M_4	M_3
۲۱	دکل‌ها (دریک‌ها)		M_2- M_3	M_1- M_2	M_1- M_2	--
۲۲	جرثقیل‌های ریلی که مجاز به حرکت در مسیر قطار می‌باشند .		M_3- M_4	M_2- M_3	M_2- M_3	--

* فقط برخی از حالتهای متداول استفاده جهت راهنمایی در اینجا نشان داده شده است .

۶-۳-۱-۱ کلاسبندی مکانیزمهای بالابری بر اساس *FEM9.511*

در کلاسبندی مکانیکی جرثقیلها، در بسیاری موارد از نمادهای ذکر شده در استاندارد FEM9.511 استفاده می شود که معادل سازی آن با نمادهای ISO و FEM1.001 مطابق جدول ۹ می باشد:

جدول ۹: معادل سازی کلاسهای مکانیکی جرثقیل ها

	نماد							
FEM1.001	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
FEM9.511	1Dm	1Cm	1Bm	1Am	M2	M3	M4	M5

۴-۱-۱- کلاس بندی قطعات

۱-۴-۱-۱ سیستم کلاس بندی

قطعات چه سازه‌ای و چه مکانیکی در هشت گروه که با نمادهای E_1 , E_2 , ... , E_8 نامگذاری می‌شوند و براساس یک رده کلاس بهره‌برداری در چهار کلاس طیف تنش طبقه‌بندی می‌شوند .

۲-۴-۱-۱- کلاس های بهره‌برداری

در ردهٔ کاری یک قطعه به معنای تعداد سیکلهای تنش وارده بر قطعه می‌باشد .

یک سیکل تنش مجموعه‌ای کامل از تنش‌های پی در پی می‌باشد که در لحظه رسیدن تنش مذکور به σm که در شکل ۳ نشان داده شده ، شروع می‌شود و در لحظه‌ای که این تنش برای اولین بار به σm برمی‌گردد (در همان جهت اولیه) پایان می‌پذیرد . شکل ۳ روند σ را در یک دورهٔکاری معادل با پنج سیکل تنش نشان می‌دهد.

دورهٔ کلی کارکرد یک قطعه ، دورهٔ محاسبه شده کاری می‌باشد که بعنوان یک مقدار راهنما برای تعیین زمان تعویض قطعه بکار می‌رود . در مورد قطعات سازه‌ای سیکلهای تنش نسبت ثابتی با تعداد سیکلهای باربرداری تجهیز دارند . بعضی قطعات ممکن است در یک سیکل باربرداری در معرض چندین سیکل تنش قرار گیرند که این مسأله بستگی به موقعیت این قطعات در سازه دارد . بنابراین نسبت مورد بحث می‌تواند در هر قطعه به کیفیت قطعه دیگر

متفاوت باشد . زمانی که این نسبت مشخص باشد ، دوره کلی کارکرد قطعه از طریق کلاس بهره‌برداری تجهیز بدست می آید.

در مورد قطعات مکانیکی ، دورهٔ کلی کارکرد از دورهٔ کلی کارکرد مکانیزم منتج می‌شود که در مورد هر قطعه مورد نظر مقادیر، از سرعت چرخش و / یا سایر رویدادهایی که کار آنرا تحت تأثیر قرار می‌دهد ، بدست می‌آید .

براساس دورهٔکلی کارکرد ، یازده کلاس بهره‌برداری داریم که به ترتیب با نمادهای B_1, B_2.... , B_{10} مشخص می‌شوند . این کلاسهای در جدول ۱۰ نشان داده شده است :

جدول ۱۰: کلاسهای بهره برداری

نماد	دورهٔکلی کارکرد n (تعداد سیکلهای تنش اعمالی)
B_0	$n \leq 16000$
B_1	$16000 < n \leq 32000$
B_2	$32000 < n \leq 63000$
B_3	$63000 < n \leq 125000$
B_4	$125000 < n \leq 250000$
B_5	$250000 < n \leq 500000$
B_6	$500000 < n \leq 1000000$
B_7	$1000000 < n \leq 2000000$
B_8	$2000000 < n \leq 4000000$
B_9	$4000000 < n \leq 8000000$

۳-۴-۱-۱- طیف تنش

طیف تنش مقادیر بار اعمال روی قطعات در دورهٔ کلی کارکرد آنها را مشخص می‌کند . طیف تنش یک تابع توزیع (تجمعی) $y=f(x)$ می‌باشد که کسر x $(0 \leq x \leq 1)$ از دورهٔکلی کارکرد را (به ۲-۱-۴-۳ مراجعه شود) را به یک مقدار معین نسبت تنش به تنش ماکزیمم y $(0 \leq y \leq 1)$ متناظر می‌کند . هر طیف تنش با یک ضریب طیف Ksp متناظر می‌شود که بصورت زیر تعریف می‌شود :

$$Ksp = \int_0^1 y^{c}\, dx$$

C یک مقدار توان می‌باشد که وابسته به مشخصات جنس مورد نظر ، ابعاد و شکل قطعه مورد بحث ، صافی سطح آن و درجه خوردگی آن دارد .

در بسیاری از کاربردها تابع $F(x)$ می‌تواند با تابعی متشکل از تعداد مشخص r پله که شامل n_1 , n_2 ... n_r, سیکل تنش می‌باشد که هر کدام مقادیر ثابت σ برابر σ_i برای n_i امین سیکل را دارا می‌باشند . تقریب زده می‌شود اگر n دورهٔ کلی کارکرد σ_{max} بزرگترین تنش در بین σ_1 , σ_2 ,...., σ_r باشد در اینصورت رابطه زیر برقرار است :

$$n_1 + n_2 + \ldots\ldots n_r = \sum_{i=1}^{r} ni = n$$

$$Ksp = \left(\frac{\sigma}{\sigma\, max}\right)^{c} \frac{n\,1}{n} + \left(\frac{\sigma\, 2}{\sigma\, max}\right)^{c} \frac{n2}{n} + \ldots\ldots + \left(\frac{\sigma r}{\sigma\, max}\right)^{c} \frac{n\, r}{n} = \sum_{i=1}^{r} \left(\frac{\sigma i}{\sigma\, max}\right)^{c} \frac{n\, i}{n}$$

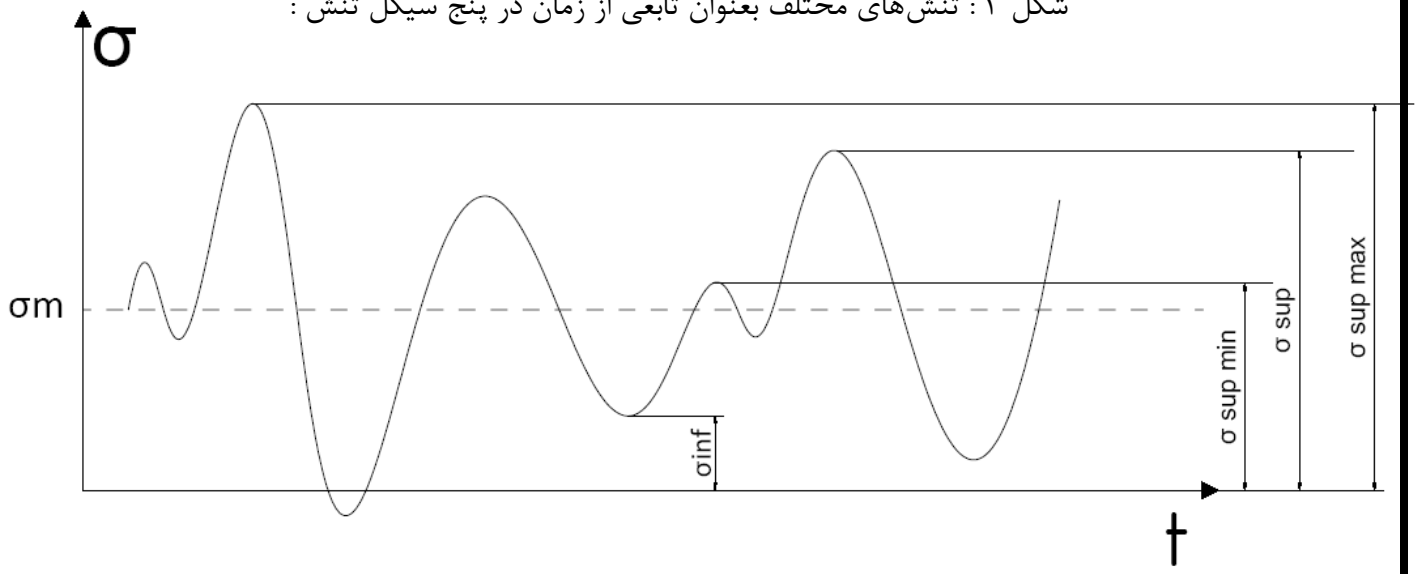
بسته به طیف تنش یک قطعه ، آن قطه در یکی از کلاسهای طیف P_1 , P_2, P_3 , P_4 که در جدول۱۱ آمده است قرار می‌گیرد .

جدول ۱۱: کلاسهای طیف

نماد	ضریب طیف *ksp*
P_1	$Ksp \leq 0.125$
P_2	$0.125 < ksp \leq 0.250$
P_3	$0.250 < ksp \leq 0.500$
P_4	$0.500 < ksp \leq 1$

در مورد قطعات سازه‌ای ، تنش‌هایی که برای تعیین ضریب طیف در نظر گرفته می‌شوند تفاضل (σsup –σ m) میان تنش بالایی σ sup و تنش متوسط σ m می‌باشند این مفاهیم در شکل ۲-۱-۴-۳ نشان داده شده که بیانگر تنش‌های مختلف در فاصلهٔ زمانی پنج سیکل تنش می‌باشد .

شکل ۳ : تنش‌های مختلف بعنوان تابعی از زمان در پنج سیکل تنش :



تنش های بالایی : σ sup تنش های پایینی : σ inf

میانگین حسابی کلیهٔ تنشهای بالایی و پایینی در طول دورهٔ کلی کارکرد : σ m

حداقل تنش های بالایی : σ sup min حداکثر تنش های بالایی : σ sup max

قطعاتی ، چه مکانیکی و چه سازه‌ای وجود دارند ، مانند قطعات فلزی که در معرض بارهایی هستند که کاملاً یا عمدتاً مستقل از بار کاری می‌باشند . توجه خاصی باید در کلاس بندی این قطعات مبذول شود . در بیشتر موارد ksp برای این قطعات ۱ بوده و در کلاس P_4 قرار می گیرند .

در مورد قطعات مکانیکی ، میتوانیم قرار دهیم $\sigma\ m = 0$. بنابراین تنش هایی که برای محاسبه فاکتور طیف توضیح داده شده می‌توانند کل تنش‌هایی باشند که به یک مقطع مورد نظر از قطعه وارد می شوند .

۴-۴-۱-۱ کلاس بندی قطعات

براساس کلاسهای بهره‌برداری و کلاسهای چهارگانه طیف ؛ قطعات در یکی از هشت کلاس E_1 , E_2 , $E_{8...}$ که در جدول ۱۲ بیان شده است طبقه‌بندی می شوند :

جدول ۱۲ کلاسبندی قطعات

کلاسهای طیف تنش	کلاسهای بهره‌برداری										
	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}
P_1	E_1	E_1	E_1	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8
P_2	E_1	E_1	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_8
P_3	E_1	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_8	E_8
P_4	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_8	E_8	E_8

۱-۲- روش دوم ، بر اساس دستورالعمل CMAA و استاندارد ASME :

۱-۲-۱ - تصویر کلی کلاس بندی بر اساس CMAA

این کلاس بندی بر پایه طیف باری انجام می شود که باید نزدیک ترین حالت ممکن به وضعیت واقعی را داشته باشد. طیف بار، متوسط بار موثر می باشد که در مقیاس احتمال بصورت یکنواخت و با یک فرکانس مشخص بر یک تجهیز وارد می شود. انتخاب مناسب ابعاد جرثقیل برای انجام وظایف کاری آن ، بوسیله بارهای مختلف (از نظر مقدار) و چرخه های باربرداری هر بار انجام می گیرد و می تواند در قالب ضریب متوسط بار موثر به شکل زیر بیان شود:

$$k = \sqrt[3]{(w_1)^3 P_1 + (w_2)^3 P_2 + (w_3)^3 P_3 + \cdots + (w_n)^3 P_n}$$

که در این رابطه :

W= مقدار بار که به صورت نسبت هر بار حمل شده به ظرفیت نامی تجهیز بیان می شود. حرکت های بدون بار و وزن تجهیزات الحاقی (مثل هوک ، چنگگ و...) باید در نظر گرفته شود.

P= احتمال بار که نسبت تعداد سیکلهای تحت یک بار خاص به کل سیکلهای باربرداری را مشخص می کند. بنابراین مجموع P ها باید برابر ۱ باشد.

k- ضریب متوسط بار مؤثر. (فقط برای محاسبات تعیین کلاس کاری جرثقیل)

همه کلاسهای کاری متاثر از شرایط بهره برداری می باشند، بنا بر این بنا بر این در کلاس بندی فرض می شود جرثقیل در دمای نرمال ۰ تا ۱۰۴ فارنهایت (۱۷/۸- تا ۴۰ درجه سانتیگراد) و در شرایط اتمسفریک نرمال (دور از گرد و غبار، رطوبت و بخارات خورنده) قرار دارد.

جرثقیل می تواند بر اساس شرایط بهره برداری بحرانی ترین قسمت آن به گروه های باربرداری تقسیم شود. قطعات مجزا که بوضوح از بقیه جرثقیل جدا هستند و یا یک واحد سازه ای مستقل را تشکیل می دهند در صورت اشراف کامل به شرایط بهره برداری می توانند در گروه های باربرداری دیگری کلاس بندی شوند.

۱-۱-۲-۱- کلاسهای بهره برداری:

در روش ذکر شده در دستورالعمل CMAA شش کلاس بهره برداری به شرح ذیل ذکر شده است:

۱- کلاس A (جرثقیلهای درحال انتظار و یا با بهره برداری غیر متناوب)

این کلاس بهره برداری ، جرثقیلهایی را تحت پوشش قرار می دهد که ممکن است در زمان نصب تجهیزاتی مانند نیروگاهها ، موتورخانه ها ، تاسیسات عمومی ، اتاقهای توربین و موتور و پستهای ترانسفورماتور که انتقال تجهیزات با سرعت کم و دوره بیکاری طولانی بین باربرداری ها لازم است ؛ بکار روند . بار نامی می تواند در نصب اولیه تجهیز و تعمیرات دوره ای حمل شود.

۲- کلاس B (بهره برداری سبک)

این کلاس بهره برداری ، جرثقیلهایی را پوشش می دهد که ممکن است در تعمیرگاه ها ،فعالیت های نصب سبک ، انبارهای کم کار و ... که شرایط بهره برداری سبک و سرعتهای حرکت کم می باشد ؛ بکار روند. بار در این شرایط می تواند از وضعیت بدون بار تا گاهی بار نامی در حد دو تا پنج بار در ساعت و به طور متوسط ده فوت بالابری در هر بار متغیر باشد.

۳- کلاس C (بهره برداری متوسط)

این کلاس بهره برداری ، جرثقیلهایی را پوشش می دهد که ممکن است در سالن های ماشین کاری ، کاغذ سازی و ... که شرایط بهره برداری متوسط است؛ بکار روند. در این نوع بهره برداری جرثقیل بارهایی به اندازه متوسط ۵۰ درصد بار نامی را ۵ تا ۱۰ بار در ساعت و به ارتفاع متوسط ۱۵ فوت حمل می نماید. در این شرایط تعداد بار نامی حمل شده نباید از ۵۰ درصد تعداد کل بارهای حمل شده تجاوز نماید.

۴- کلاس D (بهره برداری سنگین)

این کلاس بهره برداری ، جرثقیلهایی را پوشش می دهد که ممکن است در سالن های ماشین کاری پرکار ، ریخته گری ، انبارهای فولاد ، انبار کانتینر ، الوار سازی ها ، ... و جرثقیلهای دارای مگنت و سبد انتقال مواد که شرایط بهره برداری سنگین دارند ، بکار روند. در این نوع بهره برداری ، بارهایی که نزدیک به ۵۰ درصد بار نامی هستند

بطور پیوسته در دوره کاری حمل می شوند. سرعتهای بالا برای این نوع بهره برداری مناسب بوده که با این سرعتها می توان ۱۰ تا ۲۰ بار در ساعت و به اندازه ۱۵ فوت در هر باربرداری ، بارهایی را که متوسط آنها از ۶۵ درصد بار نامی تجاوز نمی کند حمل نمود.

۵- کلاس E (بهره برداری سخت)

در این نوع بهره برداری جرثقیلی نیاز است که قادر باشد بارهایی نزدیک به بار نامی را در تمام طول عمرش حمل نماید.کاربرد ها می تواند در حمل قراضه بوسیله مگنت ،سبد ، ترکیب سبد و مگنت و چنگک، کارخانه سیمان سازی، الوار سازی ، کارخانه کود سازی، جابجایی کانتینر، ... و به تعداد بیست یا بیشتر از بیست باربرداری در ساعت با بار نزدیک به بار نامی باشد.

۶- کلاس F (بهره برداری پیوسته سخت)

در این نوع بهره برداری جرثقیلی نیاز است که قادر باشد بارهایی نزدیک به بار نامی را بصورت پیوسته در شرایط سخت و طاقت فرسا در طول عمرش جابجا کند. کاربرد ها می تواند شامل جرثقیلهایی باشد که بطور خاص برای انجام فعالیتهای حیاتی که کل فرآیند تولید از آن متاثر است ،طراحی شده اند. این جرثقیلها باید بالاترین قابلیت اعتماد را با در نظر گرفتن سادگی انجام تعمیرات داشته باشند.

۲-۱-۲-۱-کلاسهای باربرداری:

مانند آنچه در دستورالعمل FEM آمده است در این روش نیز سیکل های باربرداری در کلاس بندی جرثقیل نقش اساسی دارند. در CMAA چهار گروه برای سیکلهای باربرداری در نظر گرفته شده است که با نمادهای N و به شرح ذیل می باشند:

N_1 : ۲۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ چرخه باربرداری.

N_2 : ۱۰۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰۰ چرخه باربرداری.

N_3 : ۵۰۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰۰۰ چرخه باربرداری.

N_4 : بیش از ۲۰۰۰۰۰۰ چرخه باربرداری.

۳-۱-۲-۱-کلاس کاری جرثقیل بر مبنای کلاس باربرداری و سیکلهای بارگذاری:

نحوه تعیین کلاس کاری جرثقیل بر مبنای کلاس باربرداری و سیکلهای بارگذاری مشابه آنچه در روش اول آمد در جدول ۱۲ نشان داده شده است:

جدول ۱۳: مشخصات CMAA برای تعیین کلاس بهره برداری جرثقیل

K= متوسط بار مؤثر	سیکلهای باربرداری				کلاس باربرداری
	N_4	N_3	N_2	N_1	
0.35-0.53	D	C	B	A	L_1
0.531-0.67	E	D	C	B	L_2
0.671-0.85	F	E	D	C	L_3
0.851-1.00	F	F	E	D	L_4
	استفاده منظم در شرایط سخت بهره برداری	استفاده منظم در شرایط بهره برداری پیوسته	استفاده منظم در شرایط بهره برداری غیر پیوسته	استفاده گاه و بیگاه با دوره بیکاری طولانی	

۳-۱-کلاس بندی مکانیکی جرثقیلها در سایر استاندارد ها و دستورالعمل ها

۱-۳-۱ – روش موجود در استاندارد *ANSI/ASME HST-4* و دستورالعمل *HMI*:

جدول زیر راهکاری برای کلاسبندی جرثقیلها ارائه می دهد. طبق استاندارد *ANSI/ASME* جرثقیلها در پنج کلاس H_1 تا H_5 طبقه بندی می شوند. این جدول بر پایه باربرداری با فاکتور بار متوسط ۶۵ درصد تنظیم شده است. این مفهوم قبلا در فاکتور *K'p* بیان شده بود. به عبارتی می توان این عدد را معادل کلاس طیف بار L_2 در *FEM* در نظر گرفت که *K'p* آن برابر ۰/۶۳ می باشد. همچنین در *CMAA* نیز همین عدد متناظر کلاس L_2 می باشد. (رجوع شود به ۱-۱-۲-۳ و ۱-۲-۱-۳)

جدول ۱۴: کلاسبندی جرثقیلها طبق *ASME* و*HMI*

کلاس *ASME* بر اساس ۶۵٪ بار نامی	استفاده مداوم		استفاده غیر یکنواخت		توضیحات
	Max. On time min/hr	*Max.No.starts/hr*	*Max.On time from cold start*	*Max.No.of starts*	
H_1	*7.5 (12.5%)*	*75*	*15*	*100*	۱-۳-۱-۱
H_2	*7.5 (12.5%)*	*75*	*15*	*100*	۱-۳-۱-۲
H_3	*15 (25%)*	*150*	*30*	*200*	۱-۳-۱-۳
H_4	*30 (50%)*	*300*	*30*	*300*	۱-۳-۱-۴
H_5	*60 (100%)*	*600*	❊ *N/A*	❊ *N/A*	۱-۳-۱-۵

❊ این کلاسها برای کاربرد غیر مداوم نمی باشند.

۱-۱-۳-۱- این جرثقیلها در موتورخانه ها و تاسیسات و باربرداری های غیر مداوم استفاده می شوند. این تجهیزات عمدتا برای برداشتن بار در نصب و سرویس تجهیزات سنگین که طی انجام آن بارها به بار نامی می رسند و در جایی کاربرد دارند که جرثقیل برای ۱ تا ۶ ماه بین باربرداریها متوقف است.

۲-۱-۳-۱- این جرثقیلها در کارگاه های ماشین کاری با کار سبک ، تعمیرات و کارگاه های ساخت بکار می روند. بارهای برداشته شده بصورت رندوم و متغیر می باشند. گاها بار به بار نامی می رسد و کل زمان کار به ۱۲/۵ درصد دوره کاری نمی رسد.

۳-۱-۳-۱- این جرثقیلها در کارگاه های ماشین کاری ، مونتاژ و انبارها کاربرد دارند. بارها بصورت رندوم در کل طیف بار پخش شده و کل زمان کاری به ۲۵ درصد دوره کاری نمی رسد.

۴-۱-۳-۱- این جرثقیلها برای حمل بارهای سنگین و حجیم ، و عموما نزدیک به بار نامی در انبارهای فولاد ، ماشین سازی ، نورد و چدن ریزی کاربرد دارد. کل زمان کاری نباید از ۵۰ درصد دوره کاری تجاوز نماید. همچنین بهره برداری دستی یا اتوماتیک بارهای سبک تر از بار نامی بصورت غیر مداوم مانند کاربرد در عملیات حرارتی و ورقکاری با کل زمان کاری بیش از ۵۰ درصد دوره کاری.

۵-۱-۳-۱- باربرداری حجیم با تجهیزاتی مانند سبدها ، مگنت ها یا سایر ملحقات سنگین انجام می گیرد. این تجهیزات اغلب از کابین هدایت می شوند . سیکلهای کاری اغلب بصورت مداوم و پیوسته می باشند . استفاده کننده باید جزئیات کار مانند وزن تجهیزات الحاقی مشخص نماید.

در جدول ۱۴ شرح اصطلاحات ذیل ضروری می باشد:

Max. On time: حداکثر زمان مجاز در حال کار بودن تجهیز بر حسب دقیقه بر ساعت در جاییکه کار جرثقیل در گستره یک دوره کاری پخش شده باشد.

Max.No.starts/hr: حداکثر شروع به کارهای مجاز موتور در یک ساعت در جاییکه کار جرثقیل در گستره یک دوره کاری پخش شده باشد. برای موتورهای دو سرعته ، کل تعداد استارت ها برابر با مجموع استارتهای هر دور موتور می باشد.

Max.On time from cold start: کل زمان کاری در یک کلاس بهره برداری که تجهیز در دمای محیط شروع به کار می نماید. این مقدار دوره های غیر تکرار شونده کارکرد را شامل می شود که با شروع کار از دمای محیط محاسبه می شود و تا زمانیکه تجهیز خنک نشده و به دمای محیط نرسیده زمان دوره جدید محاسبه نمی شود.

Max.No.of starts: حد اکثر تعداد کل استارت های مجاز موتور در کارکردهای غیر مداوم. برای موتورهای دو سرعته این عدد مجموع استارتهای هر دور موتور می باشد.

۲-۳-۱- روش موجود در استاندارد *AISE*

استاندارد *AISE* روشی کاملا مشابه *CMAA* ارائه می دهد با این تفاوت که به جای محاسبه فاکتور بار نوع کاربرد را بیان نموده و با استفاده از جدولی عینا مشابه کلاسها را استخراج می نماید.

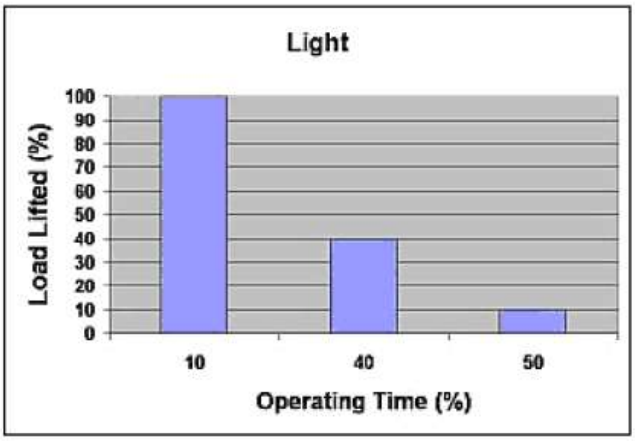
۴-۱- مقایسه کلاسها در استانداردهای مختلف

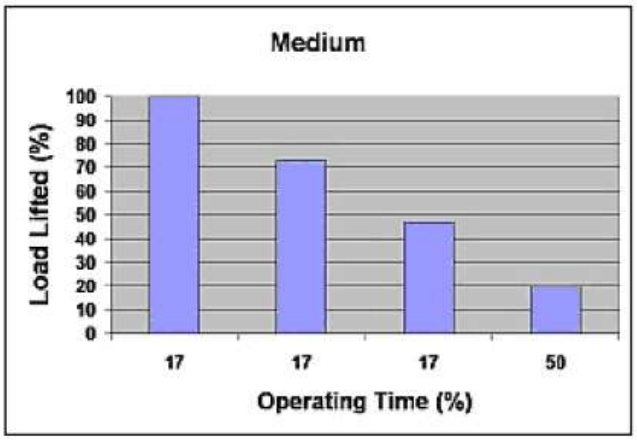
چنانکه در سطور فوق ارائه گردید کلاس بندی جرثقیلها عموما بر اساس فاکتورهای یکسان و با بیانهای مختلف انجام می گیرد. بخشی از این تناظر ها به اختصار در ۱-۳-۱ نشان داده شد. بر همین اساس می توان ادعا نمود که *FEM1.001* و *FEM9.511* بصورت جامع تر به موضوع پرداخته و به شکل عددی و محاسباتی کلاسها را استخراج می نماید . به هر حال در عمل گاهی لازم می شود تناظری بین کلاسهای جرثقیل در استانداردهای مختلف برقرار نمود که در این راستا به ارائه جدول ۱۵ بسنده می شود:

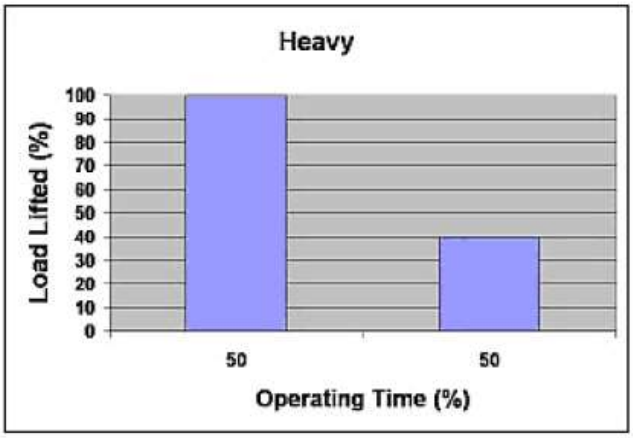
جدول ۱۵: مقایسه کلاس جرثقیلها در استانداردهای مختلف

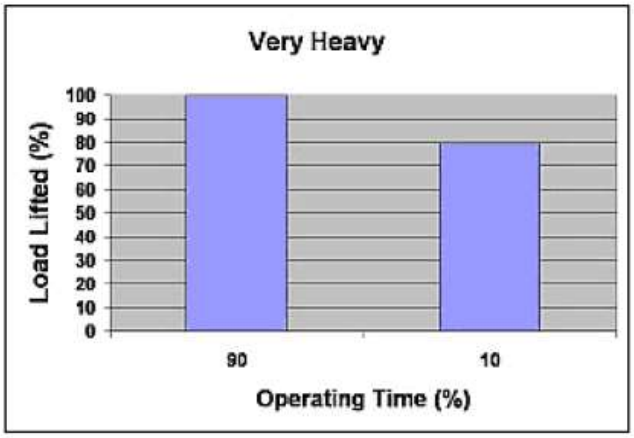
STANDARD	*CLASSIFICATION*						*COMMENT*
CMAA /AISE	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	
FEM9.511	*1Bm*	*1Am*	*2m*	*3m*	*4m*	*5m*	برپایه متوسط بار ۶۳ درصد
ISO/BS/FEM9.001	*M3*	*M4*	*M5*	*M6*	*M7*	*M8*	
ASME/ANSI	*D2*	*D3*	*D4*	*D5*			بر پایه متوسط بار ۶۵ درصد
HMI	*H2*	*H3*	*H4*	*H5*			"

پیوست ۱: نمونه هایی از توزیع بار (طیف بار)









کلاس بندی جرثقیلهای سقفی بر اساس استانداردهای مختلف

پیوست ۲: جدول راهنمای کلاس بندی مکانیزمهای جرثقیلهای سقفی صنعتی از استاندارد BS466

Table 14. Typical classification for overhead travelling industrial type crane (O.T.C.) mechanisms

Type of crane	Motion	Mechanism classification		
		Class of utilization	State of loading	Group of mechanism
Power stations	Hoist and aux. hoist	T3	L1 to L2	M3
	Cross traverse	T3	L1 to L2	M3
	Long travel	T3	L2	M3
Light workshop duty (maintenance, repairs, assembly, etc.)	Hoist and aux. hoist	T3	L1 to L2	M3
	Cross traverse	T3	L1 to L2	M3
	Long travel	T3	L2	M3
Light stores duty	Hoist and aux. hoist	T3	L1 to L2	M3
	Cross traverse	T3	L1 to L2	M3
	Long travel	T3	L2 to L3	M4
Medium and heavy duty (workshop, warehouse and general hook service)	Hoist and aux. hoist	T4 to T5	L1 to L2	M3 to M5
	Cross traverse	T4 to T5	L1 to L2	M3 to M5
	Long travel	T4	L2 to L3	M4 to M5
Crane for grabbing work	Hoist	T5 to T7	L3	M6 to M8
	Closing motion	T5 to T7	L3	M6 to M8
	Cross traverse	T5 to T7	L3	M6 to M8
	Long travel	T5 to T6	L3	M6 to M7
Ladle crane for foundry work	Hoist	T5 to T6	L2 to L3	M5 to M7
	Cross traverse	T5 to T6	L2 to L3	M5 to M7
	Long travel	T5	L3	M6
Magnet crane for stockyard work	Hoist	T5 to T6	L3	M6 to M7
	Cross traverse	T5 to T6	L3	M6 to M7
	Long travel	T5	L3	M6
Magnet crane for scrapyard work	Hoist and aux. hoist	T5 to T6	L3	M6 to M7
	Cross traverse	T5 to T6	L3	M6 to M7
	Long travel	T5	L3	M6
Process crane	Hoist	T6 to T7	L2 to L3	M6 to M8
	Cross traverse	T5	L3	M6
	Long travel	T6	L3	M7
Shipyard crane	Hoist	T5 to T6	L3	M6 to M7
	Cross traverse	T5 to T6	L3	M6 to M7
	Long travel	T5 to T6	L3	M6 to M7

پیوست ۳: جدول راهنمای کلاس بندی مکانیزمهای جرثقیلهای سقفی فولاد سازی از استاندارد BS466

Table 15. Typical classification for overhead travelling steelworks crane mechanisms

Type of crane	Motion	Mechanism classification		
		Class of utilization	State of loading	Group of mechanism
Ladle crane	Hoist and aux. hoist	T6 to T7	L4	M8
	Cross traverse	T5 to T6	L4	M7 to M8
	Aux. traverse	T5 to T6	L3	M6 to M7
	Long travel	T6 to T7	L4	M8
Pig/scrap breaking crane	Hoist	T5 to T6	L4	M7 to M8
	Cross traverse	T5 to T6	L4	M7 to M8
	Long travel	T5	L3	M6
Ingot stripper Soaking pit mould handling crane Vertical ingot charger	Hoist	T7 to T8	L3	M8
	Aux. hoist	T5 to T6	L2	M5 to M6
	Cross traverse	T6 to T8	L4	M8
	Long travel	T6 to T7	L4	M8
	Slewing	T6 to T7	L3	M7 to M8
	Closing tong motion	T6 to T7	L4	M8
Furnace charging crane	Hoist and aux. hoist	T7 to T8	L3	M8
	Cross traverse	T7 to T8	L3	M8
	Aux. traverse	T5 to T6	L2	M5 to M6
	Long travel	T7 to T8	L3	M8
Forging crane	Hoist	T6 to T8	L3	M7 to M8
	Cross traverse	T5 to T6	L3	M6 to M7
	Long travel	T6 to T8	L3	M7 to M8
Process crane: on line	Hoist	T7	L3	M8
	Cross traverse	T5	L3	M6
	Long travel	T6	L3	M7
Process crane: off line	Hoist	T6 to T7	L2	M6 to M7
	Cross traverse	T5	L2	M5
	Long travel	T6	L2	M6
Heavy mill service crane	Hoist	T5 to T6	L2	M5 to M6
	Aux. hoist	T4	L2	M4
	Cross traverse	T5	L2	M5
	Long travel	T5 to T6	L2	M5 to M6
Service and maintenance crane	Hoist and aux. hoist	T4 to T5	L1 to L2	M3 to M5
	Cross traverse	T4 to T5	L1 to L2	M3 to M5
	Long travel	T4	L2 to L3	M4 to M5