

طراح خوب کیست ؟

"آیا سیستم تبریدی که طراحی می کنید از نظر مصرف برق نیز بهینه است؟"

از : مهندس زاره انجرقلی (شرکت صنعتی تبادل کار)

مقدمه

در یک سیکل تبرید کمپرسور مهمترین جز از نظر مصرف برق به شمار می آید. انتخاب صحیح کمپرسور بر اساس بار برودتی آن در شرایط کارکرد انجام می گیرد. یکی از مهمترین وظایف یک مهندس طراح این است که سیستم در حال طراحی را برای مصرف بهینه برق نیز بررسی نماید. این کار با برآورد سیستمهای متفاوت با یک یا چند کمپرسور عملی است بدین معنی که سیکلهای مختلفی را که همان بار برودتی را جبران می کنند با یکدیگر مقایسه و بهترین را از نظر مصرف انرژی انتخاب کند. متأسفانه در کشور ما اکثر مهندسان هزینه اولیه را بدون بررسی هزینه جاری ملاک عمل قرار می دهند. در این مقاله به مواردی که باید برای بهینه سازی سیستم از نظر هزینه جاری بررسی نمود اشاره می شود.

هزینه اولیه

هزینه اولیه یک سیستم تبرید به عنوان قیمت‌های اولیه خرید وسایل و متعلقات و هزینه نصب و راه اندازی سیستم تعریف می شود. بدیهی است هر چه هزینه اولیه کمتر باشد بهتر است اما به چه قیمتی؟ آیا منطقی است که با هزینه اولیه کم سیستمی را طراحی و نصب کرد ولی صاحب سیستم در طی کارکرد دستگاهها هزینه برق بسیار بالایی را پرداخت کند؟

هزینه جاری

برای یک سیستم تبرید ، کل هزینه هائی که برای کارکرد و نگهداری آن در طی یک سال صرف می شود به عنوان هزینه جاری سالانه تعریف می شود. مهمترین هزینه های جاری را می توان به شرح ذیل طبقه بندی نمود.

۱- هزینه مصرف برق برای تمام وسایل الکتریکی.

۲- هزینه تعمیرات و نگهداری.

۳- هزینه انبار کردن لوازم یدکی.

مهندس خوب

یک مهندس خوب به کسی گفته می شود که برای انجام کار مشخصی ، سیستمی را طراحی کند که با کمترین هزینه (تلفیقی از هزینه اولیه و جاری) کار مورد نظر را انجام دهد. اکثر مهندسان کشور ما طوری آموزش می بینند که ملاک عمل را جبران بار برودتی تلقی کرده و هیچ برآوردی برای هزینه جاری بعمل نمی آورند. از طرف دیگر صاحبان سردخانه ها یا سیستمهای برودتی تنها به هزینه اولیه چشم می دوزند و هزینه های جاری را مطلقاً مد نظر نمی گیرند.

بررسی سیستم

برای جبران یک بار برودتی مشخص در شرایط کارکرد می توان چندین سیستم طراحی کرد. بدین معنی که می توان از یک کمپرسور و یا از چند کمپرسور کوچکتر به طور موازی استفاده کرد. می توان از کاندنسر هوایی یا آبی و یا تبخیری استفاده کرد. طراحی سیستم با هر یک از وسایل قید شده بار برودتی مورد نیاز را جبران می کند اما کدام سیستم از نظر مصرف انرژی و هزینه های جاری با صرفه تر است؟ این سئوالی است که مهندس طراح باید از خود پرسد و با بررسی سیستمهای متفاوت بهینه ترین را انتخاب کند.

مصرف برق

در اینجا مثالی ارائه می شود که تنها مصرف برق کمپرسور را بررسی می کند. فرض کنید سیستم سردخانه ای مورد نیاز است که بار برودتی $Q_e = 52 \text{ kW}$ را در شرایط $t_c = 50^\circ\text{C}$ و $t_e = -20^\circ\text{C}$ جبران کند. با مراجعه به کاتالوگ کمپرسور می توان انتخابهای زیر را انجام داد.

- ۱- کمپرسور مدل D8DJ-6000 (۶۰ اسب) یک عدد با بار برودتی $Q_e = 52.98 \text{ kW}$.
- ۲- کمپرسور مدل D4DA-2000 (۲۰ اسب) سه عدد با بار برودتی کل $Q_e = 52.2 \text{ kW}$.

با توجه به کاتالوگ اطلاعات زیر نیز استخراج می گردد.

- ۱- برای کمپرسور ۶۰ اسب برق مصرفی $W_1 = 31.99 \text{ kW}$ و آمپر مصرفی $A_1 = 68.5 \text{ A}$.
- ۲- برای هر یک از کمپرسورهای ۲۰ اسب برق مصرفی $W = 9.54 \text{ kW}$ و آمپر مصرفی $A = 19.4 \text{ A}$ است که برای سه عدد کمپرسور اطلاعات فوق به صورت $W_2 = 28.62 \text{ kW}$ و $A_2 = 58.2 \text{ A}$ خواهد بود.

ملاحظه می شود که برق مصرفی و آمپر کمپرسورها برای سه دستگاه کمپرسور ۲۰ اسب کمتر از یک دستگاه کمپرسور ۶۰ اسب است در حالی که هر دو سیستم همان بار برودتی را جوابگو هستند.

حال با دید دیگری به این انتخاب نگاه کنیم. سیستمی که با یک کمپرسور ۶۰ اسب کار می کند اگر کمپرسور آن دچار اشکال شود کل سیستم از کار می افتد در حالی که سیستم با سه کمپرسور اگر یکی از کمپرسور ها از کار بیفتد هنوز ۲/۳ بار توسط دو عدد کمپرسور دیگر تامین می شود. مزیت دیگر سیستم با سه عدد کمپرسور این است که برای انبار کردن لوازم یدکی فقط یک عدد کمپرسور ۲۰ اسب اضافی مورد نیاز است در صورتی که برای سیستم با یک کمپرسور ، یک کمپرسور ۶۰ اسب اضافی باید خریداری و به عنوان لوازم یدکی نگهداری شود تا در صورت بروز اشکال جایگزین شود. مسئله دیگر اینکه برای سیستم با سه کمپرسور شاید نیازی به انبار کردن یک کمپرسور اضافی به عنوان لوازم یدکی نباشد زیرا در صورت بروز اشکال برای یکی از کمپرسورها همانطور که گفته شد دو کمپرسور دیگر ۲/۳ بار را جبران کرده تا زمانی که کمپرسور معیوب تعمیر و جایگزین شود.

اگر هزینه اولیه این دو سیستم بررسی شود ملاحظه می شود که خرید یک دستگاه کمپرسور ۶۰ اسب هزینه ای حدود ۳۰۰.۰۰۰.۰۰۰ ریال (قیمت روز بازار) در بر خواهد داشت در صورتی که برای خرید سه دستگاه کمپرسور ۲۰ است هزینه ای معادل ۳۷۵.۰۰۰.۰۰۰ ریال (فی هر دستگاه ۱۲۵.۰۰۰.۰۰۰ ریال) باید انجام شود. بدیهی است که خرید یک کمپرسور ۶۰ اسب با صرفه تر است اما اگر یک عدد کمپرسور نیز به عنوان یدک باید خریداری شود، ملاحظه می شود که مجدداً هزینه اولیه دو عدد کمپرسور ۶۰ اسب معادل ۶۰۰.۰۰۰.۰۰۰ ریال و خرید چهار عدد کمپرسور ۲۰ اسب معادل ۵۰۰.۰۰۰.۰۰۰ ریال می شود. بدیهی است که حتی در خرید اولیه نیز ، کمپرسور های کوچکتر با تعداد بیشتر با صرفه تر هستند.

در صورتی که کمپرسور یدک خریداری نشود و هزینه اولیه بالاتری برای کمپرسورهای کوچکتر انجام شود، صرفه جوئی مصرف برق در طی چند سال برای سیستمی که با سه کمپرسور ۲۰ اسب کار می کند (که قابل محاسبه است) این هزینه اولیه را جبران و بعد از آن برای صاحب سردخانه سود بدنبال خواهد داشت.

ضریب قدرت (Power Factor)

تقریباً تمامی موتورهای بزرگ در صنعت تبرید از نوع AC و سه فاز هستند. جریان در موتورهای القائی AC دارای دو جز است: اکتیو (active) و راکتیو (Reactive).

جز اکتیو مسئول ایجاد کار و گشتاور در موتور است. این جز در بار کم ، مقدار کمی است و با ازدیاد بار افزایش می یابد. جز راکتیو باعث ایجاد میدان مغناطیسی می شود که باعث گردش موتور می شود. این جز ثابت و رابطه ای با بارموتور ندارد زیرا میدان مغناطیسی در موتور ثابت است. گرچه جز راکتیو باعث ایجاد کار نمی گردد اما وجود آن برای ایجاد میدان مغناطیسی مورد نیاز است. این جز باید توسط شبکه برق رسانی تامین گردد. نسبت جز اکتیو جریان به کل جریان به عنوان ضریب قدرت شناخته می شود.

همچنین ضریب قدرت را می توان به عنوان نسبت قدرت واقعی (بر حسب kW) به قدرت ظاهری که (حاصلضرب ولتاژ به جریان است و بر حسب kVA است) بیان کرد .

هر چقدر که ضریب قدرت بالاتر باشد بازده ای الکتریکی نیز بالاتر است بدین معنی که جز راکتیو کم است.

اگر ضریب قدرت پایین باشد هزینه جز راکتیو نیز باید پرداخت شود لذا تصحیح ضریب قدرت بسیار به نفع مصرف کننده خواهد بود .

یکی از ساده ترین و موثر ترین روشهای تصحیح ضریب قدرت استفاده از خازن است که هزینه راکتیو را به صفر می رساند . ملاحظه می شود که طراحی صحیح و استفاده از خازن (بهبود ضریب قدرت) هزینه مصرف برق به نحو چشم گیری کاهش می یابد که هم به نفع مصرف کننده است و نیز باعث صرفه جوئی انرژی در کل کشور خواهد شد .

در هر پروژه این سؤال را از خود بکنید : آیا سیستمی که طراحی می کنم چقدر برق در سال مصرف خواهد کرد ؟

زاره انجرفلی