

عنوان مقاله :

بررسی راه های کمتر کردن کیلووات ساعت پرتن در سیمان نهاوند و تفسیر قبوض برق
کارخانه سیمان

نویسنده: احمد مرتضوی

کارشناس برق و انرژی سیمان نهاوند

مقدمه:

با توجه به افزایش قیمت حامل های انرژی که انرژی الکتریکی را نیز شامل میشود هزینه های تولید رابطه مستقیم با مصرف انرژی دارد و در صنایع سنگین مانند سیمان که مصرف انرژی روزانه بالایی دارند از هر راه ممکن برای صرفه جویی انرژی باید استفاده کرد در این مقاله ضمن اشاره هایی به محاسبات ریالی قبوض برق سعی در ارائه راه هایی برای کاهش مصرف انرژی الکتریکی شده است

کلمات کلیدی: ضریب بار، دیماند، اصلاح ضریب قدرت ، توان راکتیو، توان اکتیو

متن مقاله:

۱. ضریب بار (L.F)

ضریب بار (Load Factor) به معنی ضریب استفاده از دیماند خریداری شده برای واحد صنعتی میباشد و مقدار آن بین صفر و یک میباشد افزایش ضریب بار و نزدیک شدن به یک به معنی بهبود وضعیت از لحاظ بهینه شدن هزینه برق است .

پایین بودن ضریب بار ممکن است ناشی از نوع رفتار فرایند و یا عدم اعمال مدیریت بار باشد.

انرژی مصرف شده در یک دوره

$$L.F = \frac{\text{دیماند مصرفی} * 24 * \text{تعداد روز}}{\text{توان اکتیو}} \times 100$$

دیماند مصرفی * ۲۴ * تعداد روز

ضریب بار و یا ضریب بهره برداری از ظرفیت عملی نیروگاه بین ۶۲ تا ۶۵ درصد است. کاهش مصرف در ساعات پیک شبکه (پیک سایی) موجب افزایش مقدار ضریب بار شبکه خواهد شد میانگین ضریب بار در سال ۹۵، ۶۵٪ میباشد که این عدد نشان میدهد دیماند خریداری شده (۲۰ مگاوات) برای سیمان نهانند مناسب میباشد که عمده دلیل اختلاف آن با یک، توقف دپارتمانها میباشد

در صورت استفاده از ساعات کم باری میتوان هزینه های برق را کاهش داد با استفاده از راههای زیر سعی در هر چه نزدیکتر شدن عدد ضریب بار به سمت یک را داریم:

- عدم راه اندازی همزمان موتورهای الکتریکی
- کاهش ضریب همزمانی ماشین آلات پرمصرف
- کاهش توقفات دپارتمانها

اصلاح ضریب قدرت

در کلیه واحدهای تولیدی و صنعتی تقریباً قسمت عمده انرژی الکتریکی توسط الکتروموتورها مصرف میشود الکتروموتورها بدلیل استفاده از خاصیت القایی مقداری از توان را بصورت راکتیو مصرف میکنند این مسئله باعث میشود که الکتروموتور برای تامین توان واقعی مقدار بیشتری جریان الکتریکی مصرف کند

توان راکتیو باعث کشش جریان اضافی در کابلهای انتقال دهنده نیرو شده و باعث تلفات اهمی در آنها میشود هم چنین بار اضافی را بر ژنراتورها تولید کننده برق وارد میکند

با توجه به اینکه الکتروموتورها از سلف (سیم پیچ) ساخته شده اند توان مصرفی در یک سیستم سلفی را بررسی میکنیم:

$$P = \sqrt{3}VI = \sqrt{3} \times \sqrt{\left(\frac{VICOS\phi}{Pact}\right)^2 + \left(\frac{VISIN\phi}{pre}\right)^2}$$

که در آن θ اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ هر فاز میباشد در مدارات با خاصیت سلفی مولفه جریان به اندازه زاویه θ از ولتاژ عقب میباشد که بدان پس فاز میگویند

اگر مداری دارای خاصیت خازنی باشد مولفه جریان از ولتاژ به اندازه θ جلوتر است که بدان پیش فاز میگویند البته بدلیل خاصیت سلفی اکثر مدارات ذاتا پس فاز میباشند

آنچه که ما به عنوان ضریب قدرت بار میشناسیم در حقیقت نسبت بین توان اکتیو به مجموعه توان می باشد:

$$\frac{P_{act}}{P} = \cos\phi$$

هر چقدر اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ کمتر باشد $\cos\theta$ بزرگتر بوده و نسبت فوق به عدد ۱ نزدیکتر خواهد شد

در بارهای کاملاً اهمی این نسبت ۱ میباشد و هر چقدر نسبت فوق از عدد ۱ دورتر باشد اتلاف انرژی بیشتری در سیستم وجود داشته و سهم کمتری از انرژی راندمان خواهد داشت بهمین دلیل است که از سوی برق منطقه ای کنتورهای ویژه ای برای اندازه گیری (توان راکتیو) مصرفی نصب می گردد و مقدار اندازه گیری شده در فرمول زیر قرار داده میشود

$$\cos\phi = \frac{P_{act}}{\sqrt{P_{act}^2 + P_{re}^2}}$$

تأثیرات منفی پایین بودن ضریب قدرت

- افزایش هزینه برق
- افزایش هزینه تجهیزات به لحاظ بزرگتر شدن اندازه آنها (مانند: کلیدها-فیوزها-کابلها-ترانسفورماتورها)
- ایجاد تلفات انرژی الکتریکی در خطوط انتقال و توزیع
- کاهش راندمان ترانسفورماتورها

روش های اصلاح ضریب قدرت

- استفاده از الکتروموتورهایی که خوب طراحی شده اند
- حتی الامکان استفاده از موتورهایی با سرعت زیاد بجای موتورهایی با سرعت کم
- پرهیز از انتخاب موتور با توان نامی بزرگتر از بار
- نصب بانک های خازنی
- در صورت امکان استفاده از موتور سنکرون

ضریب زیان

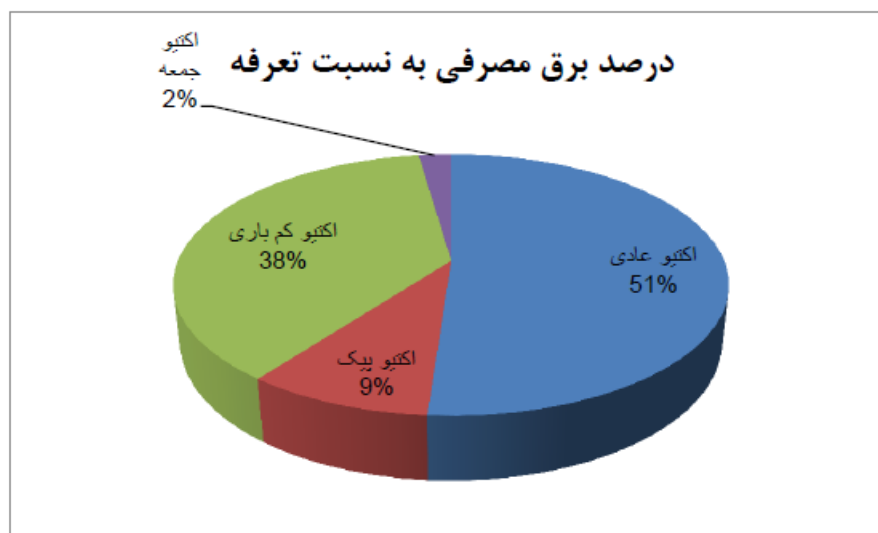
اگر ضریب قدرت از ۰,۹ بالاتر باشد هیچ گونه هزینه ای بابت مصرف توان راکتیو دریافت نمیگردد و اگر ضریب قدرت از ۰,۹ کمتر باشد مقدار توان راکتیو در (ضریب زیان) ضرب شده و مبلغ آن به مبلغ محاسبه شده از توان اکتیو اضافه می گردد.

$$\text{ضریب زیان} = \frac{0.9}{\text{power factor}} - 1$$

با توجه به خازن گذاری مناسب در کارخانه بار راکتیو در هیچ یک از ماههای مورد بررسی از میزان مجاز فراتر نرفته و مشکلی از این بابت برای کارخانه وجود ندارد میانگین ضریب قدرت در سال ۰,۹۴، ۹۵ میباشد

قیوض برق مصرفی کارخانه در سال ۹۵

ماه	اکتیو عالی	اکتیو پیک	اکتیو کم باری	اکتیو جمعه	راکتیو	کل مصرف	دیماند
	kwh	kwh	kwh	kwh	kvarh	kwh	kw
فروردین	۴۰۸۴۹۲۰	۶۸۷۹۶۰	۳۰۷۱۸۸۰	۱۰۶۲۴۰	۲۹۸۱۱۶۰	۸۰۰۱۰۰۰	۱۰۸۷۶
اردیبهشت	۴۴۶۲۹۲۰	۷۱۰۶۴۰	۳۳۷۹۳۲۰	۱۸۱۴۴۰	۳۳۰۳۷۲۰	۸۷۳۴۳۲۰	۱۰۸۷۶
خرداد	۴۶۰۹۰۸۰	۷۱۳۱۶۰	۳۳۰۱۲۰۰	۱۹۶۵۰۶۰	۲۸۶۵۰۲۴۰	۸۸۲۰۰۰۰	۱۰۸۷۶
تیر	۴۱۳۵۳۲۰	۷۰۸۱۲۰	۲۹۹۳۷۶۰	۱۷۱۳۶۰	۲۶۷۱۲۰۰	۸۰۰۸۵۶۰	۱۰۶۲۴
مرداد	۲۸۷۲۸۰۰	۴۸۳۸۴۰	۲۱۷۷۲۸۰	۱۶۶۳۲۰	۱۹۵۵۵۲۰	۵۷۰۰۲۴۰	۱۷۶۴۰
شهریور	۴۱۴۰۳۶۰	۹۰۴۶۸۰	۳۱۰۷۱۶۰	۱۷۶۴۰۰	۳۲۱۵۵۲۰	۸۳۲۸۶۰۰	۱۷۸۹۲
مهر	۴۰۲۹۴۸۰	۵۳۹۲۸۰	۲۹۳۳۲۸۰	۲۰۱۶۰۰	۳۰۱۸۹۶۰	۷۷۰۳۶۴۰	۱۰۳۷۲
آبان	۴۳۲۴۳۲۰	۹۰۲۱۶۰	۳۰۵۶۷۶۰	۱۷۱۳۶۰	۳۱۹۰۳۲۰	۸۴۵۴۶۰۰	۱۰۳۷۲
آذر	۱۳۱۵۴۴۰	۳۵۷۸۴۰	۸۹۴۶۰۰	۶۵۵۲۰	۹۱۹۸۰۰	۲۶۳۳۴۰۰	۵۷۹۶
دی	۳۱۵۷۵۶۰	۶۴۰۰۸۰	۲۲۸۰۶۰۰	۱۵۳۷۲۰	۲۱۶۹۷۲۰	۶۲۳۱۹۶۰	۱۰۸۷۶
بهمن	.	.	.	.	.	.	.
اسفند	.	.	.	.	.	.	.
مجموع	۳۷۱۳۲۲۰۰	۶۶۴۷۷۶۰	۲۷۱۹۵۸۴۰	۱۶۴۰۵۲۰	۲۶۲۹۱۱۶۰	۷۲۶۱۶۳۲۰	۱۵۱۲۰۰



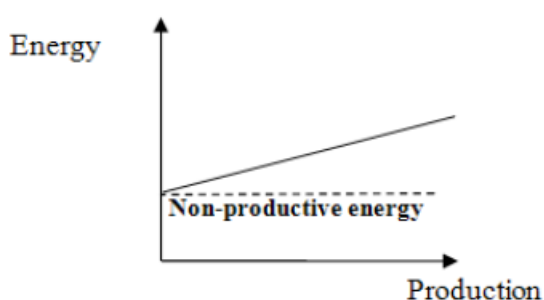
شکل ۲-۰- سهم مصرف انرژی ۴ تعرفه در سال ۱۳۹۵

بخش دوم: بررسی کیلووات بر تناژ دپارتمانهای سیمان نهاوند

انرژی مصرفی کارخانه از دو مولفه تشکیل شده است یکی انرژی مولد یا دخیل در فرایند تولید و دیگری انرژی غیر مولد یا غیر دخیل در فرایند تولید

مصارف غیر مولد مصرفی است که بار پایه را تشکیل میدهد نظیر روشنایی محوطه، مصارف اداری و... دسته دیگر مصرفی که وابسته به تولید میباشند مانند مصارف ماشین آلات خط تولید و هرنوع تاسیسات جانبی که نیاز خط تولید را برآورده میکند مانند کمپرسورها، بویلرها و...

در صورتیکه از ظرفیت نصب شده بطور کامل استفاده نگردد این مسئله سبب افزایش نسبت انرژی غیر مولد به انرژی مفید دخیل در فرایند تولید میشود. این ارتباط را میتوان بصورت خطی در نظر گرفت که منحنی آن بصورت زیر میباشد:



رابطه کلی بین تولید و انرژی

مصرف ویژه انرژی الکتریکی که تعریف آن میزان انرژی مصرفی به ازای واحد تولید است بصورت رابطه زیر میباشد:

$$SEC = \frac{W(kwh)}{P(ton)}$$

دو عامل اصلی که بر روی مصرف ویژه انرژی دپارتمانها تاثیر گذار میباشند یکی ظرفیت عملی دپارتمانها که بر حسب تن بر ساعت بیان میشود و دیگری ساعات کارکرد ماهیانه دپارتمانها یا تولید ماهانه آنها میباشد که در ادامه برای هر دپارتمان سعی شده تا اثر هر دو عامل را مورد بررسی قرار داده و در شرایط خاصی حداقل مصرف ویژه انرژی برای هر دپارتمان مورد محاسبه قرار گیرد:

آسیاب مواد

آسیاب مواد کارخانه سیمان نهاوند ساخت کارخانه لوشه آلمان و از نوع غلطکی میباشد ظرفیت اسمی این آسیاب ۳۲۰ تن بر ساعت است که ظرفیت عملی متوسط این واحد در سال ۹۵ ۲۹۰ تن بر ساعت بوده است در صورتیکه بتوان ظرفیت عملی را به مقدار نامی ۳۰۰ تن بر ساعت افزایش داد مصرف ویژه انرژی به مقدار ۰,۳۹ کیلووات ساعت بر تن کاهش میابد و صرفه جویی انرژی الکتریکی سالانه حاصل مقدار ۵۱۶۰۰۰ کیلووات ساعت خواهد شد.

کوره

ظرفیت اسمی کوره ۳۳۰۰ تن کلینکر در روزوبه عبارتی ۱۳۷,۵ تن بر ساعت کلینکر میباشد که ظرفیت متوسط عملی این واحد ۱۹۰ تن بر ساعت بوده است با توجه به ظرفیت عملی کوره نسبت به ظرفیت نامی مقدار ۱,۵۴ کیلووات ساعت بر تن کلینکر در این دپارتمان صرفه جویی شده که مقدار برق حاصل از این صرفه جویی ۱۶۸۰,۰۰۰ کیلووات ساعت در سال است

آسیاب سیمان

ظرفیت اسمی این آسیاب ۱۲۰ تن بر ساعت و متوسط ظرفیت عملی آن در سال ۱۰۰۹۵ تن بر ساعت بوده است در صورت افزایش ظرفیت عملی به ۱۱۰ تن بر ساعت کاهش مصرف ویژه انرژی به میزان ۱,۳۶ کیلووات ساعت بر تن و صرفه جویی سالانه ۹۰۰,۰۰۰ کیلووات ساعت در سال میباشد

نتیجه گیری:

در صورت افزایش ظرفیت و بهبود کارکرد دپارتمان ها مصرف ویژه انرژی به میزان زیر کاهش خواهد یافت

$$\Delta SEC = [(\Delta I_{Cr} + \Delta I_r) \times 1.64 + \Delta I_K] 0.96 + \Delta I_C$$

پتانسیل کاهش مصرف ویژه انرژی الکتریکی به میزان ۳,۴۶ کیلووات ساعت بر تن بواسطه افزایش ظرفیت دپارتمان وجود دارد و صرفه جویی سالانه ۳۰۹۶,۰۰۰ کیلووات ساعت را بدنبال خواهد داشت.

منابع: کتاب کیفیت توان و اثرات آن بر تجهیزات قدرت جلد اول (مفاهیم و تعاریف) نوشته مهدی باقری و رضا مهری

سایت سازمان بهره وری انرژی (سابا)

جزوات آموزشی احداث کنترل