مجله علمی-پژوهشی

علوم کشاورزی

سال دوازدهم، شماره (۱) ۱۳۸۵

محاسبه و طراحی مهندسی تاسیسات فنی و ماشین‌آلات طرح توسعه کارخانه هنر چوب ارژن

امیر هومن حمصی

استادیار گروه مهندسی صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

حبیب‌اله خادم اسلامی

استادیار گروه تخصصی علوم صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

شاهین عابدینی

کارشناس ارشد مهندسی صنایع چوب و کاغذ، شرکت هنر چوب ارژن

چکیده

احداث و راه اندازی یک کارخانه مجهز مبلمان خانگی و اداری، بدون محاسبه فاکتورهای فنی مورد نیاز، خسارات جبران ناپذیری را به سیستم تولید وارد می‌نماید. فاکتورهای فنی مورد نیاز، با استفاده از داده‌هایی که از اطلاعات فنی ماشین آلات، کاتالوگ‌ها و مهندسین مشاور بدست می‌آید، قابل محاسبه است. این تحقیق با هدف شناساندن سیستم برقی و موتوری مورد نیاز برای طراحی فنی یک کارخانه تولیدی صنایع چوب و بررسی اثر جداگانه هر کدام از عوامل در یک خط تولید و همچنین ارائه روش محاسبه آن‌ها از طریق داده‌های یادشده به انجام رسیده است. سیستم‌های مورد بحث در این مقاله به سه بخش کلی سیستم‌های برقی یک کارخانه (میزان برق مصرفی در خط)، سیستم های فشار هوای مثبت و سیستم‌های فشار هوای منفی تقسیم می‌شوند. برای محاسبه پارامترهای فوق می‌بایست بدانیم که چه ماشین آلاتی در خط تولید فعالیت دارند تا با استفاده از مشخصات فنی ماشین آلات، بتوانیم سیستم‌های یاد شده را طراحی نماییم. نتیجه طراحی و محاسبات مربوط به طرح و توسعه کارخانه هنر چوب ارژن برای تولید مبلمان خانگی و مبلمان اداری حاکی از آن است که با توجه به کلیه تاسیسات مستقر در کارخانه، میزان برق مصرفی برابر با ۳۵۷ آمپر می باشد. همچنین ظرفیت مکنده پوشال متناسب برای خط تولید برابر با ۴۰۰۰۰ متر مکعب در ساعت بوده و ظرفیت هوا دهی دستگاه کمپرسور هوا نیز می‌بایست برابر با ۴۰۰۰۰ مترمکعب در ساعت تعبیه گردد. نتایج بدست آمده متاثر از فاکتورهایی می‌باشند که در این مطالعه روش استخراج هریک مدنظر قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: کمپرسور هوا، مکنده پوشال، تاسیسات برقی و موتوری

تاریخ دریافت مقاله ۸۴/۴/۱۹ تاریخ دریافت نسخه نهایی ۸۴/۱۲/۹

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

تولید مصنوعات چوبی در ایران از گذشته بسیار دور تاکنون ادامه داشته، ولی متاسفانه در طی این سال‌ها فعالیت بسیار کمی از جانب دست‌اندرکاران در خصوص کاربرد طراحی و مهندسی در این صنعت دیده شده است. با گسترده‌تر شدن بازار تولیدات مصنوعات چوبی در چند ساله اخیر، نیاز به احداث کارخانه‌های بزرگ و مجهز به منظور پاسخگویی به نیاز بازار احساس می‌گردد. با توجه به حجم سرمایه‌گذاری بسیار بالا در احداث یک کارخانه جدید و همچنین با توجه به مشکلاتی که کارخانه‌های مشابه تا به حال با آن سروکار داشته‌اند، لزوم انجام محاسبات دقیق و بررسی کامل پارامترهای فنی برای طراحی تاسیسات در خطوط تولیدی جدید، بسیار ضروری می‌باشد. در همین راستا، کمیته تخصصی علوم و صنایع چوب و کاغذ گروه کشاورزی شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در جلسه ۳۳۸ (فوق‌العاده) شورای سرپرستان مورخ ۱۳۸۱/۲/۲۹، لزوم گنجانیدن درس «برق صنعتی» را به عنوان یک درس اصلی و دروس، «ماشین‌کاری چوب» و «ماشین‌آلات و ابزار کار با چوب» را به عنوان دروس تخصصی گرایش صنایع مبلمان به تصویب رسانید. این موضوعات در برگیرنده اصول طراحی و مهندسی تأسیسات برقی، موتوری و سیستم‌های فشار هوای مثبت و منفی مورد نیاز در یک واحد تولیدی صنایع چوب است. در این مقاله، سعی برآنستکه کاربرد دانش پایه موجود در این زمینه در قالب یک نمونه واقعی، یعنی محاسبه پارامترهای مهندسی طرح توسعه کارخانه هنر چوب ارژن، تجلی یابد. شرکت هنر چوب ارژن در سال ۱۳۸۱ توسط سرمایه گذاران بخش خصوصی به ثبت رسید و در ابتدا فعالیت تولیدی خود را در یک کارگاه ۲۰۰۰ متری درشهرک قدس (قلعه حسن‌خان سابق) آغاز نمود. روش تولید و نوع ماشین آلات در کارگاه یاد شده کاملا" غیر مکانیزه و دستی بوده و تولید با ظرفیت کمی انجام می شد. در کارگاه قلعه حسن خان فقط یک فرایند، آن هم فرایند ملامین قابل اجرا بود.

طرح توسعه شرکت ارژن در سال ۱۳۸۳ اجرا شد. این طرح در فضایی بالغ بر ۲۰۰۰۰ متر مربع در شهرک صنعتی ایوانکی واقع در کیلومتر ۵۵ جاده سمنان به اجرا در آمد. در این کارخانه تعداد دو سوله هر کدام به وسعت ۳۵۰۰ متر مربع به عنوان سالن های تولید و یک سوله به وسعت ۵۰۰۰ متر مربع برای انبار مواد اولیه، یراق آلات و محصولات ساخته شده در نظر گرفته شده است. همچنین یک ساختمان به وسعت ۱۰۰۰ متر مربع برای فضای اداری تخصیص یافته است. هدف از این طرح توسعه، عبارت بود از بالا بردن ظرفیت تولید قبلی (۵ تا ۷ برابر)، افزایش کیفیت محصولات تولیدی (توسط ماشین آلات مجهز)، به اجرا در آوردن فرایندهای نوین برای تولید محصولات جدید و در نهایت ایجاد اشتغال.

این مطالعه به منظور شناخت دقیق و صحیح فرایند تولید، انتخاب ماشین آلات مورد نیاز برمبنای ظرفیت تولید، و در نهایت محاسبه و طراحی پارامترهای فنی و مهندسی مربوطه با توجه به مشخصات ماشین آلات و در نتیجه انتخاب صحیح تاسیسات برقی و موتوری انجام شده است.

موادها و روش ها

تأسیسات اصلی یک کارخانه فراورده های صنعت چوب عبارتند از (۸):

۱. سیستم برق کارخانه

۲. سیستم کمپرسور هوا

۳. سیستم مکنده پوشال

بدست آوردن مقادیر پارامترهای مربوط به سیستم های یاد شده، نیازمند دسترسی به یک سری از متغیرهای پایه می باشد. فاکتورهایی که برای محاسبه میزان برق مصرفی مورد نیاز است به طور کامل از کتابچه‌های راهنمای صنایع الکتریکی، قابل استخراج است. ولی برای بدست آوردن فاکتورهای مورد نیاز به منظور محاسبه سیستم‌های کمپرسور هوا و مکنده پوشال، لازم است

Archive of SID

www.SID.ir

ارتباط مستقیم میان ماشین آلات موجود در خط و سیستمهای یاد شده مورد توجه قرار گیرد. در واقع فاکتورهای یاد شده برای سیستم‌های مورد نظر را باید از کاتالوگ فنی هر یک از ماشین‌آلات بدست آورد. همچنین با توجه به ماهیت تخصصی این مطالعه، ارتباط مستقیم با کارخانه‌های سازنده این ماشین‌آلات به صورت بازدیدهای متعدد در کشور آلمان و همچنین اخذ مشاوره از مهندسین و کارشناسان مجرب و متخصص ایرانی و آلمانی، اطلاعات ارزنده‌ای را فراهم نمود.

طراحی تاسیسات برق

برای توضیح درباره طراحی سیستم برق کارخانه باید به این موضوع اشاره کرد که نقشه و توضیحات عملیات برق کاری از طریق تابلوی اصلی برق کارخانه قابل درک است. تابلوی اصلی برق کارخانه یا در واقع جعبه توزیع اصلی به طور اختصار MDB[1] نام دارد. مهمترین نکته در طراحی سیستم برق یک کارخانه صنعت چوب این است که همیشه اجزا از جزء به کل قابل طراحی می‌باشند. بدین معنی که ابتدا مصرف کننده‌ها طراحی می‌شوند. به عنوان نمونه در آغاز، سیستم برق چراغ‌ها یا پریزهای برق و یا ماشین‌آلات و غیره طراحی شده و در تابلوی فرعی جمع‌آوری می‌گردد و سپس کل تابلوهای فرعی به یک تابلوی اصلی ختم می‌شوند. در کارخانه ها، معمولاً محلی را برای قرارگیری تابلوی اصلی در نظر می‌گیرند و پس از طراحی تابلوهای فرعی مشخص می‌شود که تابلوهای فرعی از چه مسافتی باید تغذیه شوند که در این مرحله، محاسبه سطح مقطع کابل الزامی بوده و بسیار مهم است.

نکته دیگری که برای طراحی سیستم برق کارخانه ضروری است، محاسبه درصد افت ولتاژ جدید است. همانطور که در قسمت بعد خواهیم دید، مقطع کابل براساس افت ولتاژ مجاز محاسبه می‌شود. پس از بدست آمدن مقطع کابل و استاندارد سازی آن بر مبنای جریان، مجدداً درصد افت ولتاژ جدید را بر مبنای کابل استاندارد شده محاسبه می کنیم. نکته آخر و اساسی دیگر، محاسبه میزان توان مصرفی در تابلو است که رابطه آن در قسمت بعدی ارائه خواهد شد. بنابراین با توجه به توضیحات ارائه شده، به منظور طراحی تاسیسات برق، محاسبه پارامترهای ذیل مورد نیاز است (۷):

۱. محاسبه مقطع کابل
۲. محاسبه درصد افت ولتاژ جدید
۳. توان مصرفی تابلو

در این راستا، مقطع کابل با استفاده از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$a(mm^2) = \frac{100 * P * DF * L * I * COS\phi}{\alpha 1 * K_1 * K_2 * V}$$

در رابطه یاد شده داریم:

DF- ضریب همزمانی[2] — V - ولتاژ بر مبنای ولت
$\alpha 1$ - درصد افت ولتاژ مجاز بر مبنای ولت — I - جریان بر مبنای آمپر
K_1 - ضریب گروهی — P - مقاومت ویژه مس
K_2 - ضریب حرارتی — L - طول کابل بر مبنای متر
Cosφ - مقاومت اهمی

ضریب همزمانی DF در طراحی سیستم برق نقش مهمی را ایفا می‌کند. به طور کلی در طراحی تابلوهای برق، یکسری مصرف کننده به تابلوی برق وصل می‌شوند، به طور مثال یکسری چراغ یا پریز برق یا تهویه مطبوع یا تجهیزات موتوری و غیره. هر تابلوی

1. Main Distribution Board (جعبه توزیع اصلی)
2. Demand Factor

Archive of SID

www.SID.ir

فرعی مقداری بار دارد که این بار به تابلوی اصلی منتقل شده، مجموع بارها جمع شده و به کیلو وات بیان می شوند. ولی نکته مهم این است که اگر مجموع بارها مثلا" ۴۰ کیلو وات باشند، کل تابلو فقط ۲۰ تا ۲۵ کیلووات مصرف دارد زیرا هیچگاه تمام چراغ ها و تمام تجهیزات موتوری به طور همزمان فعال نمی باشند. ضریب همزمانی در واقع بارهای وارده روی تابلو را به شکل همزمان کنترل می‌کند. در مثال بالا که در هر لحظه فقط ۲۰ کیلووات از ۴۰ کیلووات در حال مصرف است، ضریب همزمانی برابر با ٪۵۰ است. محاسبه درست و دقیق ضریب همزمانی تاثیر مستقیم برسایز فیوز و مقطع کابل داشته که از لحاظ اقتصاد مهندسی قابل توجه می باشد (۱۴).

منظور از (K_2)، ضریب حـــرارتی است کـــه از محلی بـــه محل دیگر تغییر می‌کند و مقدار آن به درجه حرارت محیط بستگی دارد. ضریب حرارتی معمولاً برابر با یک بوده که برای شرایط استاندارد دمای ۳۰ درجه در هوای آزاد و ۲۵ درجه در محیط‌های بسته صادق است (۱۶). اگر درجه حرارت از استانداردهای ذکر شده بیشتر شود، ضریب حرارتی از یک کوچکتر می‌شود. درصد افت ولتاژ مجاز با ($\alpha 1$) نشان داده می شود که به شکل استاندارد برای تأسیسات برقی، ۲ در نظر گرفتـــه می‌شود. (K_1) نیز ضریب گروهی است که در حالت استاندارد برابر ۰/۸ است. همانگونه که ذکـر شـد در رابطـه ارائـه شـده، (P) فـاکتور مقاومت ویـژه مس است و عدد آن ثابت و برابر $۲/۰۶۴ \times ۱۰^{-۶}$ اهم متر است (۱۵).

متغیر دیگر، ($Cos\varphi$) است که مقدار آن مربوط به مقاومت‌های کابل می‌شود. همانطور که می‌دانیم تغذیه‌کننده‌ها یا همان کابل‌ها دارای دو نوع مقاومت از نوع اهمی و سلفی می‌باشند. این دو مقاومت باعث افت ولتاژ غیر مجاز می‌شوند، بنابراین باید مقدار آن‌ها را کم کرد. برای این منظور باید میزان مس مصرفی در کابل ها را افزایش دهیم. از طرف دیگر می‌دانیم که جریان برق به شکل برداری بوده و دارای دو بردار است. این بردارها عبارتند از: ($Cos\varphi$ و $Sin\varphi$). مقاومت سلفی در جهت ($Sin\varphi$) و مقاومت اهمی در جهت ($Cos\varphi$) اعمال می گردد. از آنجا که مقاومت سلفی یا همان ($Sin\varphi$) ، در جهت طولی است، مقدار آن بسیار ناچیز بوده و در واقع یک مقاومت فیزیکی نمی باشد، بنابراین از آن صرف نظر کرده و ($Cos\varphi$) یا همان مقاومت اهمی را در محاسبات منظور می‌کنیم.

برای محاسبه درصد افت ولتاژ جدید از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$\%a_2 = \frac{DF \times L \times I \times (RCos\varphi + XSin\varphi)}{10 \times K_1 \times K_2 \times V}$$

در معادله ریاضی فوق، منظور از $RCos\varphi$ و $XSin\varphi$ مقاومت اهمی و مقاومت اندکتانسی کابل می باشد و مقدار آن از جداولی که توسط کارخانه های سازنده کابل ارائه می شود قابل محاسبه است.

همچنین برای محاسبه توان تابلو فرمول زیر کاربرد دارد:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times Cos\varphi \times DF$$

دستگاه مکنده پوشال[1]

در یک کارخانه صنعت چوب همیشه گردو خاک ناشی از برش کاری، نوارکاری و یا عملیات دیگر موجود است. این گرد و خاک توسط دستگاه مکنده پوشال جمع‌آوری می شود. نحوه جمع‌آوری گرد و غبار بدین شکل است که در هر ماشین استاندارد، یک لوله جهت اتصال به لوله مرکزی یا انشعابی دستگاه مکنده پوشال وجود دارد. دستگاه مکنده معمولاً بیرون از سالن تولید نصب شده و بسته به چیدمان ماشین آلات با یک یا دو یا چند لوله اصلی که خود آن‌ها به لوله فرعی متصل می‌شوند، با سالن تولید ارتباط برقرار می کند. لوله های اصلی هر کدام به لوله‌های فرعی متصل و لوله‌های فرعی خود به لوله خروجی هر ماشین متصل می‌شود. قطر

1. Bag Filter

Archive of SID

www.SID.ir

لوله‌های اصلی بزرگتر از لوله‌های فرعی است و لوله‌های فرعی قطری متناسب با خروجی لوله ماشین دارند. باید توجه داشت هر پیچش یا شکست در مسیر انتقال لوله‌ها باعث افت فشار می‌شود (۶ و ۹).

دستگاه مکنده پوشال با ایجاد مکش در لوله‌ها باعث می‌شود فشار جریان هوای منفی حاصل شود[1]. این فشار جریان منفی در واقع هوایی است که از ماشین خارج می شود. مکش هوای یاد شده باعث می شود گرد و خاک تولیدی توسط عملیات ماشین کاری از طریق لوله خروجی ماشین به لوله های فرعی و سپس به لوله های اصلی انتقال یابد و نهایتاً در مخزن دستگاه مکنده ذخیره شود. روش محاسبه میزان ظرفیت ماشین مکنده پوشال بسیار ساده است. این محاسبه وابسته به دو فاکتور است:

۱- مقدار مصرف فشار هوای منفی در هر ماشین (قابل دریافت از مشخصات فنی ماشین)

۲- محاسبه افت مکش هوا در داخل لوله ها

روش محاسبه در واقع بدین شکل است که میزان فشار مصرفی هوای منفی هر ماشین را استخراج کرده و با هم جمع می‌کنیم و درصد مشخصی را به عنوان افت مکش هوا به آن اضافه کرده و ظرفیت ماشین مورد نیاز مشخص می‌شود.

کمپرسور هوا

برای تأمین هوای فشرده ماشین‌آلات از یک دستگاه کمپرسور هوا استفاده می‌کنیم. وظیفه این ماشین به شکل ساده به سه بخش اصلی تقسیم می‌شود:

۱- جمع‌آوری هوا از مخزن

۲- فشرده‌سازی هوا

۳- ارسال هوا از طریق لوله ها به ماشین آلات

نکته دیگری که در این بخش حائز اهمیت است، توجه به میزان مصرف هوای فشرده هر ماشین است. این میزان مصرف برای هر ماشین متفاوت است و مقدار آن برحسب L/Min (لیتر در دقیقه) بیان می شود. مهمترین بخش در کمپرسور هوا رطوبت موجود در هوای فشرده شده می باشد. بدین معنی که هوایی که فشرده می‌شود میزان رطوبتش بالاتر رفته، این رطوبت اگر به ماشین آلات متصل شود، بسیار خطرناک است (۳). به همین منظور بعد از کمپرسور و قبل از اتصال هوا به لوله‌ها یک دستگاه خشک کن قرار داده تا میزان رطوبت موجود در هوای فشرده را کاهش دهد.

نتایج و بحث

برای انجام محاسبات مربوطه، نیاز به داده‌هایی داریم که از کاتالوگ ماشین‌آلات مورد استفاده در خط تولید بدست می‌آید. ابتدا این مشخصات را در قالب یک جدول گردآوری نموده، ارائه کرده سپس هر کدام از سه فاکتور یاد شده را بر مبنای این جدول محاسبه می‌کنیم.

پس از محاسبه «میزان مکش کلی گردوغبار»، با استفاده از اعداد جدول می‌توان به ظرفیت دستگاه Bag Filter پی‌برد. همچنین اعدادی که تحت عنوان «هوای فشرده» آمده‌اند برای محاسبه ظرفیت کمپرسور هوا لازم می‌باشند (۲). در این جدول میزان سرعت و جهش هوای مثبت و منفی نیز ارائه شده است، می‌باشد. منظور از ضریب قدرت در واقع همان Cosφ است که معرف بخشی از توان تابلو است که به شکل موردی و یا خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد.

1. Negative Pressure Air

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مشخصات کلی ماشین آلات

نوع ماشین	جریان برق(آمپر)	ضریب قدرت	مصرف هوای فشرده bar	مکش کلی هوا[3] (مترمکعب درساعت)	سرعت هوا[2] (متردرثانیه)	هوای فشرده شده[1] (لیتر در دقیقه)
BAZ	0.8	72	7	5000	30	3800
KAL	0.8	72	7	7680	35	4200
HOLZMA	0.8	57	7	4680	30	3670
Sigma	0.6	50	7	4500	25	3500
Robland	0.73	15	6	4300	25	3100
Roll Press	0.73	15	5	—	—	—
TFC 206	0.57	20	5	2700	17	250
TEB 156	0.58	17	5	3800	17	420
TPF 280	0.72	12/7	5	—	—	480
CK 1000	0.71	11/7	5	3800	17	700
TEB 130	0.57	12	5	—	—	480
Vitap	0.61	5	5	2700	17	700
TRF 130	0.57	4	5	—	—	480
Grass	0.57	4	4	3200	17	480
TFE 138	0.35	2/2	4	3200	17	520
VacumPerss	0.8	72	7	—	—	3800
Weeke	0.8	72	7	4350	30	3670

محاسبات تاسیسات برقی

برای محاسبات تاسیسات برقی کارخانه طبق این روش عمل می‌کنیم (۱):

۱- ابتدا تابلوها را مشخص می‌کنیم.

۲- برای هر تابلو مقطع کابل محاسبه می‌گردد.

۳- برای هر تابلو درصد افت ولتاژ جدید را محاسبه می‌نمائیم.

٤- برای هر تابلو توان مصرفی را محاسبه می‌کنیم.

انواع تابلوها

۱- تابلوهای فرعی

انواع تابلوهای فرعی مربوط به تأسیسات برقی واحد تولیدی عبارتند از:

تابلو تجهیزات موتوری کلیه ماشین‌آلات موجود در خط تولید	(Panel Board A) PBA
تابلو دستگاه مکنده پوشال موجود در خط تولید	Bag Filter (Bag Filter)
تابلو سیستمهای تأسیسات مکانیکی	(Mechanical Panel Board) MPB
تابلو سیستمهای روشنایی	(Light Panel A) LPA
تابلو سیستمهای خنک‌کننده و تهویه در خط ۱	(Air Handling Unit Panel 1) AHUP1
تابلو سیستمهای خنک‌کننده و تهویه در خط ۲	(Air Handling Unit Panel 2) AHUP2

1. Compressed Air NL/Min
2. Air Velocity M/sec
3. Total Dust Extruction M3/h

Archive of SID

www.SID.ir

۲- تابلو اصلی

(Main Distribution Board) MDB	تابلوی توزیع برق

لازم به توضیح است که مجموع توان مصرفی و ضریب قدرت تابلوهای فرعی می بایست با محاسبه یک اختلاف ۱۰ درصدی، برابر با ضریب قدرت و توان مصرفی تابلوی اصلی باشد.

نام تابلو: PBA

۱- محاسبه مقطع کابل

ضریب همزمانی (D.F) = ۰/۷۵ طول کابل (L) =۱۰ متر

درصد افت ولتاژ مجاز (α1) = ۱/۵۰ ضریب گروهی (K1) = ۰/۸۰

ضریب حرارتی (K2) = ۰/۹۴ ولتاژ (V) = ۳۸۰ ولت

محاسبه جریان سه فاز و نول تابلو

I	φ
0.00	-168-78

I	φ
0.00	0.00

R

I	φ
446.91	-42.12

S

I	φ
446.91	-162.12

T

I	φ
446.91	-282.12

مقادیری که در جداول فوق ذکر شده است معرف مقدار جریان و ضریب قدرت در سه فاز می‌باشد. برای بدست آوردن میزان جریان و ضریب قدرت مورد نیاز می‌بایست میانگین I ها و φ ها را در رادیکال۳ ضرب نمود.

مقطع کابل محاسبه شده : $a(mm^2) = \frac{100 \times P \times DF \times L \times I \times COS\phi}{\alpha 1 \times K_1 \times K_2 \times V} = 20.69$

شماره کابل استاندارد: 3 (1X120) + 2 (1X50)

لازم به توضیح است در هر مورد پس از محاسبه مقطع کابل، مقدار حاصله را با استانداردهای کارخانه تولید کننده کابل تطابق داده و شماره کابل مورد نظر را از استانداردهای کارخانه سازنده استخراج می نمائیم.

۲- محاسبه درصد افت ولتاژ جدید (α2 %)

R (Ω / Km) = 0.184 X (Ω / Km) = 0.08

منظور از R (Ω / Km) و X (Ω / Km) مقاومت اهمی و سلفی کابل برحسب کیلومتر است.

Archive of SID

www.SID.ir

$$\%a_2 = \frac{DF \times L \times I \times (R Cos\varphi + X Sin\varphi)}{10 \times K_1 \times K_2 \times V} = 0.39$$

۳- توان مصرفی و ضریب قدرت تابلو

برای مقاومت اهمی (Cosφ) = ۰/۷۴۲ خواهیم داشت:

$$P(kw) = \sqrt{3} \times V \times I \times Cos\varphi \times DF = 163.69$$

نام تابلو: MPB1

۱- محاسبه مقطع کابل

ضریب همزمانی (D.F) = ۰/۸۵ طول کابل (L) = ۱۰ متر

ضریب گروهی (K1) = ۰/۸۰ ضریب حرارتی (K2) = ۰/۹۴

درصد افت ولتاژ مجاز(α1) = ۱/۵۰ ولتاژ (V) = ۳۸۰ ولت

محاسبه جریان سه فاز و نول تابلو:

I	φ
2.07	-110.34

I	φ
4.10	-65.80

R

I	φ
114.71	-42.52

S

I	φ
113.95	-161.55

T

I	φ
113.95	-281.55

مقادیری که در جداول فوق ذکر شده است معرف مقدار جریان و ضریب قدرت در سه فاز می‌باشد. برای بدست آوردن میزان جریان و ضریب قدرت مورد نیاز می‌بایست میانگین I ها و φ ها را در رادیکال۳ ضرب نمود.

مقطع کابل محاسبه شده :

$$a(mm^2) = \frac{100 \times P \times DF \times L \times I \times COS\phi}{\alpha 1 \times K_1 \times K_2 \times V} = 6.01$$

شماره کابل استاندارد: 3X50/25

پس از محاسبه مقطع کابل، مقدار حاصله را با استانداردهای کارخانه تولید کننده کابل تطابق داده و شماره کابل مورد نظر را از استانداردهای کارخانه سازنده استخراج می نمائیم.

۲- محاسبه درصد افت ولتاژ جدید (% α2)

R (Ω / Km) = 0.083 X (Ω / Km) = 0.463

منظور از R (Ω / Km) و X (Ω / Km) مقاومت اهمی و سلفی کابل برحسب کیلومتر است.

$$\%a_2 = \frac{DF \times L \times I \times (R Cos\varphi + X Sin\varphi)}{10 \times K_1 \times K_2 \times V} = 0.23$$

Archive of SID

www.SID.ir

۳- توان مصرفی و ضریب قدرت تابلو

برای مقاومت اهمی (Cosφ) = ۰/۷۴۴، خواهیم داشت:

$$P(kw) = \sqrt{3} \times V \times I \times Cos\varphi \times DF = 47.54$$

نام تابلو: LPA

۱- محاسبه مقطع کابل

ضریب همزمانی (D.F) = ۰/۷۰ — طول کابل (L) = ۱۰ متر

ضریب گروهی (K1) = ۰/۸۰ — ضریب حرارتی (K2) = ۰/۹۴

درصد افت ولتاژ مجاز (α1) = ۱/۵۰ — ولتاژ (V) = ۳۸۰ ولت

محاسبه جریان سه فاز و نول تابلو

I	φ
2.83	-142.35

I	φ
5.37	-118.89

R

I	φ
132.88	-48.60

S

I	φ
132.91	-168.94

T

I	φ
129.86	-288.09

مقادیری که در جداول فوق ذکر شده است معرف مقدار جریان و ضریب قدرت در سه فاز می‌باشد. برای بدست آوردن میزان جریان و ضریب قدرت مورد نیاز می بایست میانگین I ها و φ ها را در رادیکال۳ ضرب نمود.

مقطع کابل محاسبه شده: $$a(mm^2) = \frac{100 \times P \times DF \times L \times I \times COS\phi}{\alpha 1 \times K_1 \times K_2 \times V} = 5.08$$

شماره کابل استاندارد: 3X35/16

۲- محاسبه درصد افت ولتاژ جدید (α2 %)

R (Ω / Km) = 0.627 X (Ω / Km) = 0.083

منظور از R (Ω / Km) و X (Ω / Km) مقاومت اهمی و سلفی کابل برحسب کیلومتر است.

$$\%a_2 = \frac{DF \times L \times I \times (RCos\varphi + XSin\varphi)}{10 \times K_1 \times K_2 \times V} = 0.27$$

۳- توان مصرفی و ضریب قدرت تابلو

برای مقاومت اهمی (Cosφ) = ۰/۶۶۲، خواهیم داشت:

$$P(kw) = \sqrt{3} \times V \times I \times Cos\varphi \times DF = 40.22$$

Archive of SID

www.SID.ir

نام تابلو: AHUP1

۱- محاسبه مقطع کابل

ضریب همزمانی (D.F) = ۰/۹۸ طول کابل (L) = ۲۵ متر

ضریب گروهی (K1) = ۰/۸۰ ضریب حرارتی (K2) = ۰/۹۴

درصد افت ولتاژ مجاز($\alpha 1$) = ۱/۵۰ ولتاژ (V) = ۳۸۰ ولت

محاسبه جریان سه فاز و نول تابلو

I	φ
2.70	-36.87

I	φ
5.70	-36.87

R

I	φ
104.70	-42.65

S

I	φ
102.02	-162.81

T

I	φ
102.02	-282.81

مقادیری که در جداول فوق ذکر شده است معرف مقدار جریان و ضریب قدرت در سه فاز می باشد. برای بدست آوردن میزان جریان و ضریب قدرت مورد نیاز می بایست میانگین I ها و φ ها را در رادیکال۳ ضرب نمود.

مقطع کابل محاسبه شده $a(mm^2)=\frac{100\times P\times DF\times L\times I\times COS\phi}{\alpha 1\times K_1\times K_2\times V}=15.41$

شماره کابل استاندارد : 3X35/16

۲- محاسبه درصد افت ولتاژ جدید ($\alpha 2$ %)

R (Ω / Km) = 0.627 X (Ω / Km) = 0.083

منظور از R (Ω / Km) و X (Ω / Km) مقاومت اهمی و سلفی کابل برحسب کیلومتر است.

$$\%a_2=\frac{DF\times L\times I\times(RCos\varphi+XSin\varphi)}{10\times K_1\times K_2\times V}=0.79$$

۳- توان مصرفی و ضریب قدرت تابلو

برای مقاومت اهمی (Cosφ) = ۰/۷۳۵، خواهیم داشت:

$$P(kw)=\sqrt{3}\times V\times I\times Cos\varphi\times DF=48.79$$

نام تابلو: AHUP2

۱- محاسبه مقطع کابل

ضریب همزمانی (D.F) = ۰/۹۸ طول کابل (L) = ۴۰ متر

ضریب گروهی (K1) = ۰/۸۰ ضریب حرارتی (K2) = ۰/۹۴

درصد افت ولتاژ مجاز($\alpha 1$) = ۱/۵۰ ولتاژ (V) = ۳۸۰ ولت

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبه جریان سه فاز و نول تابلو

I	φ
2.70	-36.87

I	φ
5.70	-36.87

R		S		T	
I	φ	I	φ	I	φ
104.70	-42.65	102.02	-162.81	102.02	-282.81

مقادیری که در جداول فوق ذکر شده است معرف مقدار جریان و ضریب قدرت در سه فاز می باشد. برای بدست آوردن میزان جریان و ضریب قدرت مورد نیاز می بایست میانگین Iها و φها را در رادیکال۳ ضرب نمود.

$$a(mm^2)=\frac{100\times P\times DF\times L\times I\times COS\phi}{\alpha 1\times K_1\times K_2\times V}=24.66$$

مقطع کابل محاسبه شده:

شماره کابل استاندارد: 3X35/16

پس از محاسبه مقطع کابل، مقدار حاصله را با استانداردهای کارخانه تولید کننده کابل تطابق داده و شماره کابل مورد نظر را از استانداردهای کارخانه سازنده استخراج می نمائیم.

۲- محاسبه درصد افت ولتاژ جدید (% α2)

R (Ω / Km) = 0.627 X (Ω / Km) = 0.083

منظور از R (Ω / Km) و X (Ω / Km) مقاومت اهمی و سلفی کابل برحسب کیلومتر است.

$$\%a_2=\frac{DF\times L\times I\times(RCos\varphi+XSin\varphi)}{10\times K_1\times K_2\times V}=1.26$$

۳- توان مصرفی و ضریب قدرت تابلو

برای مقاومت اهمی (Cosφ) = ۰/۷۳۵، خواهیم داشت:

$$P(kw)=\sqrt{3}\times V\times I\times Cos\varphi\times DF=48.79$$

نام تابلو: BAGFILTER-A

۱- محاسبه مقطع کابل

ضریب همزمانی (D.F) = ۰/۹۸ طول کابل (L) = ۷۵ متر

ضریب گروهی (K1) = ۰/۸۰ ضریب حرارتی (K2) = /۹۴

درصد افت ولتاژ مجاز(α1) = ۱/۵۰ ولتاژ (V) = ۳۸۰ ولت

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبه جریان سه فاز و نول تابلو

I	φ
1.80	0.00

I	φ
1.90	-251.57

R

I	φ
91.12	-37.59

S

I	φ
92.70	-158.24

T

I	φ
92.70	-278.24

مقادیری که در جداول فوق‌الذکر شده است معرف مقدار جریان و ضریب قدرت در سه فاز می‌باشد. برای بدست آوردن میزان جریان و ضریب قدرت مورد نیاز می‌بایست میانگین Iها و φها را در رادیکال ۳ ضرب نمود.

مقطع کابل محاسبه شده : $a(mm^2)=\frac{100\times P\times DF\times L\times I\times COS\phi}{\alpha 1\times K_1\times K_2\times V}=44.35$

شماره کابل استاندارد : 3X70/35

پس از محاسبه مقطع کابل، مقدار حاصله را با استانداردهای کارخانه تولید کننده کابل تطابق داده و شماره کابل مورد نظر را از استانداردهای کارخانه سازنده استخراج می نمائیم.

۲- محاسبه درصد افت ولتاژ جدید (α2 %)

R (Ω / Km) = 0.321 X (Ω / Km) = 0.082

منظور از R (Ω / Km) و X (Ω / Km) مقاومت اهمی و سلفی کابل برحسب کیلومتر است.

$$\%a_2=\frac{DF\times L\times I\times(RCos\varphi+XSin\varphi)}{10\times K_1\times K_2\times V}=1.24$$

۳- توان مصرفی و ضریب قدرت تابلو

برای مقاومت اهمی (Cosφ) = ۰/۷۸۷، خواهیم داشت:

$$P(kw)=\sqrt{3}\times V\times I\times Cos\varphi\times DF=46.79$$

نام تابلو : MDB

۱- محاسبه مقطع کابل

ضریب همزمانی (D.F) = ۰/۴۵ طول کابل (L) = ۵۰ متر

ضریب گروهی (K1) = ۰/۸۰ ضریب حرارتی (K2) = ۰/۹۴

درصد افت ولتاژ مجاز(α1) = ۲/۰۰ ولتاژ (V) = ۳۸۰ ولت

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبه جریان سه فاز و نول تابلو

I	φ
13.99	-78-72

I	φ
25.88	-356.82

R

I	φ
1639.91	-41.51

S

I	φ
1609.93	-162.39

T

I	φ
1609. 95	-281.91

مقادیری که در جداول فوق ذکر شده است معرف مقدار جریان و ضریب قدرت در سه فاز می باشد. برای بدست آوردن میزان جریان و ضریب قدرت مورد نیاز می بایست میانگین I ها و φ ها را در رادیکال۳ ضرب نمود.

مقطع کابل محاسبه شده : $a(mm^2)=\frac{100\times P\times DF\times L\times I\times COS\phi}{\alpha 1\times K_1\times K_2\times V}=169.16$

شماره کابل استاندارد : (1X240) 14

۲- محاسبه درصد افت ولتاژ جدید (α2 %)

$R\ (\Omega / Km) = 0.0230$ $X\ (\Omega / Km) = 0.01975$

منظور از $R\ (\Omega / Km)$ و $X\ (\Omega / Km)$ مقاومت اهمی و سلفی کابل برحسب کیلومتر است.

$$\%a_2=\frac{DF\times L\times I\times(RCos\varphi+XSin\varphi)}{10\times K_1\times K_2\times V}=0.67$$

۳- توان مصرفی و ضریب قدرت تابلو

برای مقاومت اهمی (Cosφ) = ۰/۷۴، خواهیم داشت:

$$P(kw)=\sqrt{3}\times V\times I\times Cos\varphi\times DF=356.97$$

محاسبات کمپرسور هوا

برای محاسبه ظرفیت کمپرسور هوای مورد نیاز می بایست مقدار عددی هوای فشرده شده مورد نیاز[1] را برای هر ماشین، که از مشخصات فنی ماشین بدست آمده استخراج کرده، آن ها را با هم جمع کرده و ۲۰٪ مقدار سربار به آن اضافه کرد. با توجه به جدول ۱، مجموع هوای فشرده مورد نیاز بالغ بر ۳۰۲۵۰ لیتر بر دقیقه است که با احتساب ۲۰ درصد سربار (معادل ۶۰۵۰ لیتر بر دقیقه)، بواسطه تغییر مسیرها در خط تولید و غیره، مقدار نهایی برابر ۳۶۳۰۰ لیتر بر دقیقه محاسبه می‌گردد.

محاسبات مکنده پوشال

در کلیه فیلترها یک فن وجود دارد که در بالاترین نقطه دستگاه تعبیه شده است. علت این مسئله کاهش صدای دستگاه می‌باشد. این فن باعث شده که مکش هوا در داخل لوله‌های موجود در خط ایجاد شود و کلیه گرد و غبار تولیدی توسط ماشین آلات را به داخل فیلتر منتقل کند. در این ماشین گیره‌هایی وجود دارند که قادرند ذرات را در خود ذخیره کنند. ظرفیت این ذخیره سازی بسته به نوع ماشین متفاوت است (۴). نکته قابل توجه این است که ذرات گردوغبار، اگر در یک نقطه به شکل ساکن انباشته شوند ممکن است ایجاد جرقه کنند که می‌تواند آتش‌زا باشد. برای جلوگیری از این موضوع یک پروانه بزرگ برای به حرکت در

1. Compressd Air

Archive of SID

www.SID.ir

آوردن این ذرات در داخل مخازن ذخیره سازی تعبیه شده است. در سیستم فن ماشین یک کنترل کننده فرکانس موجود است. این سیستم در تعدیل و صرفه‌جویی در انرژی نقش مهمی را ایفا می کند. شکل عملکرد این سیستم بدین شکل است که زمانی که تمام ماشین‌ها به طور همزمان فعالیت نکنند، میزان مکش یا فعالیت فن را کاهش داده و در انرژی مصرفی صرفه‌جویی می‌کند (۱۱). موتور اصلی ماشین مجهز به چهار عدد موتور لرزشی می باشد که هر پنج ساعت یکبار عملیات لرزش را برای تمیز کردن موتور اصلی از گردوغبار انجام می‌دهند (۱۳).

Air Volumes.

Line 1

Machine-Nr.	Type	Air Volume m^3/h
1.1	Felder	1.730
1.2	Veneer saw	1.000
1.3	Gross boring machine	980
1.4	Robland table saw	1.500
1.5	Cut saw	980
1.6	router 1	980
1.7	router 2	980
1.8	router 3	980
1.9	router 4	980
	TOTAL AIR	**10.110 m^3/h**

Line 2

Machine-Nr.	Type	Air Volume m^3/h
2.1	CNC-Homag BAZ 222	6.180
2.2	CNC	6.180
	TOTAL AIR	**12.360 m^3/h**

Line 3

Machine-Nr.	Type	Air Volume m^3/h
3.1	Weeke BST 500	4.630
3.2	edgebander Homag Kal 310	7.320
3.3	panel size saw Holzma 380	4.950
3.4	Robland table saw	1.500
	TOTAL AIR	**18.400 m^3/h**

با توجه به ظرفیت ارائه شده، محاسبه ظرفیت فن ماشین از این روش بدست می‌آید:

$$\text{Total Air Line 1} + \text{Total Air Line 2} + \text{Total Air Line 3} \Rightarrow 10110 + 12360 + 18400 \Rightarrow 40870\ m^3/h \cong 40000\ m^3/h$$

پس از محاسبه میزان ظرفیت فن، دو نکته مهم دیگر قابل ذکر است:

۱- قدرت موتور ماشین
۲- قدرت مکش هوای مورد نیاز با توجه به ظرفیت فن

Archive of SID

www.SID.ir

شرکت Nestro برای محاسبات خود استانداردهایی دارد که درکتابچه راهنمای مهندسی[1] این شرکت درج شده است. کاربرد این استانداردها بدست آوردن میزان ظرفیت فن می باشد. در صورت محاسبه و یا در اختیار داشتن عدد یاد شده می‌توان از جداول استاندارد این شرکت استفاده کرد. در این جا قسمتی از جدول‌های استخراج شده از کتابچه راهنمای شرکت Nestro ارائه می‌شود.

جدول ۲- استخراج شده از کتابچه راهنمای Markus Greiner

Air Volume (m^3/h)	Line quantity	Motor Power (kw)	Negative Air Pressure (Pa)
37000	3-5	39-41	3150
38000	3-5	41-43	3300
39000	3-5	43-45	3450
40000	3-5	45	3700

با توجه به جدول فوق، مشخصات زیر برای دستگاه فیلتر به شرح زیر است:
۴۰۰۰۰ متر مکعب بر ساعت مصرف هوا، ۳ خط انتقال، ۴۵ کیلو وات قدرت موتور و ۳۷۰۰ پاسکال هوای منفی مصرفی. همچنین با توجه به اعداد بدست آمده، ابعاد ماشین مورد نیاز، طبق استاندارد شرکت Nestro عبارتست از ۱۰/۵ متر ارتفاع، ۲/۹۸ متر طول و ۲/۹۸ متر عرض (۱۲).

در نهایت پس از تهیه و نصب تجهیزات برقی و موتوری طرح توسعه کارخانه هنر چوب ارژن براساس محاسبات انجام شده، واحد صنعتی از سال ۱۳۸۴ شروع به تولید آزمایشی و سپس تولید عادی نموده و بازرسی‌های فنی به عمل آمده طبق ضوابط نگهداری و تعمیرات (نت) بخش مهندسی کارخانه، حاکی از عملکرد و بازده مطلوب سیستم است.

منابع و مأخذ

۱- پاکشیر، بهروز. ۱۳۸۱. گام به گام با HVAC: نرم‌افزاری ساده و کارآمد در زمینه طراحی تأسیسات تهویه و تبرید. دارالفنون، تهران.
۲- حاج‌سقطی، اصغر. ۱۳۷۸. راهنمای تأسیسات: حرارت مرکزی: تصفیه هوا و تهویه مطبوع. دانشگاه علم و صنعت، تهران.
۳- روستائیان، سعید. ۱۳۷۶. نگرشی بر مهندسی تبرید و مقدمه‌ای بر طراحی تأسیسات سردخانه. دانشگاه شیراز، شیراز.
۴- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. ۱۳۷۹. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی: مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمانها. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، تهران.
۵- طباطبائی، مجتبی. ۱۳۷۹. سرویس و نگهداری تأسیسات ساختمان: شامل تجهیزات تهویه مطبوع و دمپرها، انتشارات روزبهان، تهران.
۶- طباطبائی، مجتبی. ۱۳۳۶. محاسبات تأسیسات ساختمان شامل: حرارت مرکزی، تهویه مطبوع، آبرسانی و دفع فاضلاب ساختمان، طرح سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان، سیستم آتش‌نشانی ساختمان همراه با مجموعه‌ای از کاتالوگهای وسایل تأسیساتی. انتشارات روزبهان، تهران.
۷- کلهر، حسن. ۱۳۸۱. صنایع الکتریکی. نشر ترمه، تهران.
۸- کینز، تام و چوکو، تان. ۱۳۸۱. طرح‌ریزی واحدهای صنعتی. نشر ترمه، تهران.
۹- معاونت امور انرژی، ۱۳۸۰. تأسیسات تبرید صنعتی: طراحی با هدف بهره‌وری انرژی. وزارت نیرو، تهران.
۱۰- موسوی نائینان، مجتبی. تأسیسات ساختمان: حرارت مرکزی، تشعشعی بخار، هوای گرم تهویه مطبوع و چیلر آبزوربشن. نشر قائم، تهران.
11-Homag User Manual. 2004. Service Center. Homag Gmbh, Germany.

1. Handbook

Archive of SID

www.SID.ir

12-Holzma User Manual. 2004. Service Center. Holzma Gmbh, Germany.
13-Weeke User Manual. 2004. Service Center. Weeke Gmbh, Germany.
14-Burkle User Manual. 2004. Service Center. Burkle Gmbh, Germany.
15-Homag Service Documentation. 2004. Service Center. Homag Gmbh, Germany.
16-Burkle Service Documentation. 2004. Service Center. Burkle Gmbh, Germany.
17-Grenier, Markus. 2004. Handbook of Engineering, Nestro Co., Germany.

Archive of SID

www.SID.ir

JOURNAL OF
AGRICULTURAL
SCIENCES
Islamic Azad University

Engineering Calculation and Design of Technical Installations and Machinery In Development Plan of Honar Choob Arjan Factory

A.H. Hemmasi
Assistant Professor, Wood and paper Industry Group – Science and Research Branch, Islamic Azad University
H.Khademi-eslam
Assistant Professor, Wood & Paper Science Dept., Science and Research Branch, Islamic Azad University
Sh. Abedini
MS in Wood and paper Industry

Keywords: Air compressor, bag filter, electrical and utility devices

Abstract

Without calculation of the technical factors, operation of an equipped furniture factory would result in irrecoverable losses for the whole system. The required technical factors can be calculated using the data acquired from technical information of the machinery, catalogues, and the engineering consultants. This research had been carried out with the aim of introducing the electrical and utility devices required for the technical design of a wood industry producing unit, investigating the effects of each factor in the production line, and presenting the related calculation method. The systems referred to in this research are divided into three categories: electrical systems of a factory (the electricity used in the production line), positive air pressure systems, and negative air pressure systems. To calculate the above-mentioned parameters, we should firstly know what types of machinery are used in the production line. Then, considering the technical information of the machinery we would be able to calculate the systems. The results of the design and calculations of the development plan of Honar Choob Arjan Furniture Factory showed that with regards to the all installations of the factory, the consumed electricity was 357 Amperes. In addition, the appropriate capacity for the bag filter was 40,000 m^3/h, and the air capacity of the air compressor would be adjusted to 40,000 m^3/h. The obtained results were affected by the factors calculation of which has been considered in this research.

Archive of SID

www.SID.ir