
طراحی موتورخانه

ویرایش دوم

تالیف: محمدرضا سلطاندوست

www.ketab.ir



سرشناسه	: سلطانیوست، محمد رضا، ۱۳۴۱ -
عنوان و نام پدیدآور	: طراحی موتورخانه/ تألیف محمدرضا سلطانیوست.
وضعیت ویراست	: ویراست ۲.
مشخصات نشر	: تهران: یزدا، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری	: ۶۸۰ص. + یک لوح فشرده: مصور، جدول، نمودار. ۲۹×۲۲ س.م.
یادداشت	: کتابنامه، نمایه.
موضوع	: تاسیسات - طرح و ساختمان
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۰ ط ۸/س ۲۱/ THP
رده بندی دیویی	: ۶۹۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۴۱۹۱۲۰

یزدا

طراحی موتورخانه

ویرایش دوم

تألیف: محمدرضا سلطانیوست

ناشر: یزدا

چاپ اول: ۱۳۹۰

آمادسازی قبل از چاپ: نشریه تهویه و تبرید

مدیر تولید: محمد پیروزمند

صفحه‌آرا: قاسم حسینی

طراحی لوح فشرده و طرح روی جلد: سهند سلطانیوست

چاپ / صحافی: یزدا

قطع و تعداد صفحات: رحلی - ۶۸۰

شمارگان: ۲۲۰۰ نسخه

بها (به همراه لوح فشرده): ۲۶۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۵-۰۸۱-۹ ISBN: 978-600-165-081-9

□ □ □

دفتر نشر و نمایشگاه دائمی: تهران، سیدخندان، خیابان ارسباران، کوچه ستاری، شماره ۲۲، ساختمان یزدا	تلفن: ۵۰-۲۲۸۸۵۶۴۷ (۰۲۱)
دفتر پخش و نمایشگاه دائمی: تهران، انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، کوچه پیهشت آیین، شماره ۲۱، طبقه اول	تلفن: ۵-۶۶۴۱۵۲۲۴ (۰۲۱)
فروشگاه یزدا: چهارراه فرهنگیان، ابتدای بلوار شهید سیدمحمد پاکتیزاد، فروشگاه بزرگ کتاب یزدا	تلفن: ۲-۷۲۶۵۱۷۳۲ (۰۲۵)

WWW.HVAC.IR | WWW.HVACHOUSE.IR | WWW.YAZDA.IR | WWW.KHANETASISAT.IR

توجه: به موجب گواهی حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ و همچنین گواهی ترجمه و نشریات و آکادمی ملی حقوق سال ۱۳۵۰ تمام حقوق این اثر به هر نحو برای نشر یزدا محفوظ است. نشر و پخش تمام یا قسمتی از این کتاب بدون اجازه از ناشر، باعث پیگرد قانونی خواهد شد.

طراحی موتورخانه یکی از مهم‌ترین مراحل در روند طراحی ساختمان است. زیرا چگونگی موارد متعدد مرتبط با آن مانند موقعیت مکانی، مساحت، ارتفاع، نحوه دسترسی، آلودگی‌های محیطی، ایمنی، نوع و ظرفیت تجهیزات، تأثیرات تعیین‌کننده‌ای بر کمیت مالی و کیفیت فنی ساختمان دارند. موتورخانه منشاء تامین شرایط آسایش در ساختمان است و برای اینکه این نقش به خوبی ایفا شود باید دقایق و ظرایف دو مورد کلی تجهیزات و مکان موتورخانه متناسب با یکدیگر مد نظر قرار گیرد. بر همین اساس پس از ارائه برخی کلیات در پیش‌گفتار، گفتار اول کتاب حاضر به تجهیزات موتورخانه‌های مرکزی اختصاص یافته و در گفتار دوم نیز مکان موتورخانه و ویژگی‌های آن با طرح ده مثال تحلیل شده است و سپس مراحل طراحی موتورخانه در قالب مثالی دیگر در گفتار سوم جای گرفته است. در لوح فشرده همراه کتاب نیز صدها نقشه حاوی جزئیات تجهیزات موتورخانه‌های مرکزی گردآمده است که فهرست مهم‌ترین آنها در نمایه ارائه شده است.

ویرایش نخست این کتاب در اواخر تابستان ۱۳۸۹ منتشر و با استقبال علاقه‌مندان روبرو شد و دیری نپایید که ضرورت انتشار مجدد آن به وجود آمد. از این رو فرصت را مغتنم دانسته، ضمن بازخوانی دگرباره متن، پاره‌ای مطالب، از جمله بخش منابع و ایستگاه‌های پمپاژ و اهمیت تهیه نقشه‌های سه‌بعدی را به متن اولیه افزودم. در بخش اهمیت طراحی و تهیه نقشه‌های سه‌بعدی، دوستان عزیزم آقای مهندس علی رسولی و سرکار خانم مریم دادگری یاری‌رسان من بودند که از ایشان سپاسگزاری می‌کنم. امیدوارم دومین ویرایش این کتاب و لوح فشرده همراه آن هم‌چون گذشته مورد استقبال و استفاده علاقه‌مندان قرار گیرد.

محمدرضا سلطاندوست

تابستان ۱۳۹۰

فهرست

۱۵	پیش‌گفتار
۲۱	گزارش اول
۲۱	تجهیزات موتورخانه
۲۳	سوخت، سوخت‌رسانی و احتراق
۲۳	انواع
۲۳	مخازن سوخت نفتی
۲۴	ابعاد استاندارد مخازن سوخت نفتی
۲۴	تعیین ظرفیت مخازن سوخت نفتی
۲۴	گرمگن سوخت
۲۴	ظرفیت گرمگن سوخت
۲۸	تعیین قطر لوله گاز طبیعی
۳۰	تعیین دبی لوله گاز (۲)

۱۳	تعیین دبی لوله گاز (۳)
۲۳	تعیین دبی لوله گاز (۴)
۳۶	حفاظت کاتدی
۳۷	مشعل
۳۸	دودکش
۴۰	هوای احتراق و تهویه
۴۰	مقررات و توصیه‌ها
۷۱	دیگ
۷۱	انواع
۷۱	تعیین ظرفیت دیگ
۷۲	انتخاب دیگ
۲۷	سوخت (دیگ‌های چدنی و فولادی لوله - آتش)
۷۳	مقدار هوای احتراق (دیگ چدنی و فولادی لوله - آتش)
۷۳	دیگ فولادی لوله - آب
۷۴	بازده احتراق
۷۴	مقررات و توصیه‌ها
۹۳	کوره هوای گرم
۹۳	انواع
۹۳	ساختار و قطعات اصلی
۹۳	تعیین ظرفیت و انتخاب کوره‌های هوای گرم
۹۴	مقررات و توصیه‌ها
۱۰۱	مبدل حرارتی
۱۰۱	انواع
۱۰۱	تعیین دبی آب گرم‌کننده در مبدل‌های آب به آب
۱۰۱	تعیین دبی بخار در مبدل بخار به آب
۱۰۱	ضریب رسوب‌گذاری
۲۰۱	سرعت جریان آب

۱۰۲.....	مقررات و توصیه‌ها
۱۱۵.....	منابع تولید آب‌گرم مصرفی
۱۱۵.....	انواع
۱۱۷.....	مقررات و توصیه‌ها
۱۳۱.....	منابع انبساط
۱۳۱.....	انواع
۱۵۶.....	منبع جداکننده هوا
۱۵۶.....	مقررات و توصیه‌ها
۱۶۷.....	سیستم بخار
۱۶۷.....	انواع
۱۶۸.....	تعیین قطر لوله
۱۷۴.....	نمودار تعیین قطر لوله بخار
۱۷۸.....	مقررات و توصیه‌ها
۲۰۹.....	ایستگاه تقلیل فشار
۲۱۷.....	تله‌بخار
۲۱۷.....	محاسبه تله بخار
۲۱۹.....	جداکننده
۲۲۶.....	مخزن چگالیده
۲۳۳.....	دیریتور
۲۳۹.....	مخزن تخلیه دیگ
۲۴۳.....	منبع بخار آبی
۲۵۱.....	شبکه لوله‌کشی گرمایش و سرمایش
۲۵۱.....	انواع
۲۵۱.....	اجزای شبکه
۲۵۳.....	افت فشار
۲۵۴.....	تعیین قطر لوله
۲۵۴.....	تعداد لوله‌های منشعب از لوله اصلی

۲۵۴	تعیین قطر کلکتور.....
۲۵۵	تعیین مقدار گلیکول برای جلوگیری از یخزدگی.....
۲۵۶	مقررات و توصیه‌ها.....
۳۲۱	پمپ
۳۲۱	انواع.....
۳۲۱	اجزاء.....
۳۲۱	منحنی مشخصه پمپ.....
۳۲۲	انطباق منحنی سیستم آبی و منحنی پمپ.....
۳۲۴	محاسبه توان پمپ.....
۳۲۵	توان ورودی پمپ و بازده.....
۳۲۶	قوانین پمپ‌ها.....
۳۲۶	تخمین دبی پمپ برای سیستم آبی.....
۳۲۶	تخمین فشار دهش پمپ.....
۳۲۷	تبدیل واحدها در پمپ.....
۳۲۸	تعیین هد پمپ بر اساس قطر پروانه.....
۳۲۸	مقررات و توصیه‌ها.....
۳۴۷	چیلر جذبی
۳۴۷	انواع.....
۳۴۷	اجزاء.....
۳۴۸	شرایط کار.....
۳۴۹	مقررات و توصیه‌ها.....
۳۵۷	چیلر تراکمی
۳۵۷	انواع.....
۳۵۷	اجزاء.....
۳۵۸	مقررات و توصیه‌ها.....
۳۷۱	کندانسور
۳۷۱	انواع.....

۳۷۲	انتخاب کنندان سوره هوایی.....
۳۷۳	لوله کشی مبرد (R-۱۲, R-۲۲).....
۳۷۳	مقررات و توصیه ها.....
۳۸۵	برج خنک کننده.....
۳۸۵	انواع.....
۵۸۳	انتخاب.....
۳۸۶	دبی هوا.....
۳۸۶	بازده برج خنک کننده.....
۳۸۶	مقدار آب جبرانی برج خنک کننده.....
۳۸۶	دبی آب در شبکه لوله کشی برج خنک کننده.....
۳۸۸	مقررات و توصیه ها.....
۳۹۹	سختی گیر.....
۴۰۷	هوای فشرده، خلاء و گاز طبی.....
۴۰۸	مقررات و توصیه ها.....
۴۲۳	فونداسیون و معابر.....
۴۳۵	برق موتورخانه.....
۴۷۵	منابع آب و ایستگاه پمپاژ.....
۴۷۶	منبع آب مصرفی.....
۴۷۸	منبع آتش نشانی.....
۴۷۹	منبع آبیاری.....
۴۷۹	ایستگاه پمپاژ.....
۴۸۰	تعیین دبی پمپ آب رسانی.....
۴۸۲	تعیین فشار پمپ آب رسانی.....
۴۸۳	تعیین حجم منبع تحت فشار از نوع دیافراگمی.....
۴۸۳	تعیین دبی پمپ آتش نشانی.....
۴۸۳	تعیین فشار پمپ آتش نشانی.....
۴۸۳	مقررات و توصیه ها.....

فصل دوم ۴۹۷

تحلیل فضای موتورخانه ۴۹۷

- مثال اول (موتورخانه دوفصلی با دیگ فولادی آب گرم و چیلر جذبی) ۵۰۱
- مثال دوم (موتورخانه دوفصلی با دیگ چدنی آب گرم و چیلر تراکمی) ۵۰۹
- مثال سوم (موتورخانه دوفصلی با دیگ فولادی آب گرم و چیلر تراکمی) ۵۱۳
- مثال چهارم (موتورخانه دوفصلی با دیگ فولادی آب گرم و چیلر تراکمی) ۵۱۹
- مثال پنجم (موتورخانه دوفصلی با دیگ چدنی آب گرم و چیلر تراکمی) ۵۲۵
- مثال ششم (موتورخانه دوفصلی با دیگ فولادی آب گرم و چیلر جذبی) ۵۳۳
- مثال هفتم (موتورخانه دوفصلی با چیلر جذبی شعله مستقیم) ۵۳۷
- مثال هشتم (موتورخانه دوفصلی با دیگ چدنی آب گرم و چیلر تراکمی) ۵۴۱
- مثال نهم (موتورخانه دوفصلی با دیگ فولادی بخار و چیلر جذبی) ۵۴۵
- مثال دهم (موتورخانه تک فصلی با دیگ چدنی آب گرم) ۵۵۵

فصل سوم ۵۵۹

مراحل طراحی موتورخانه ۵۵۹

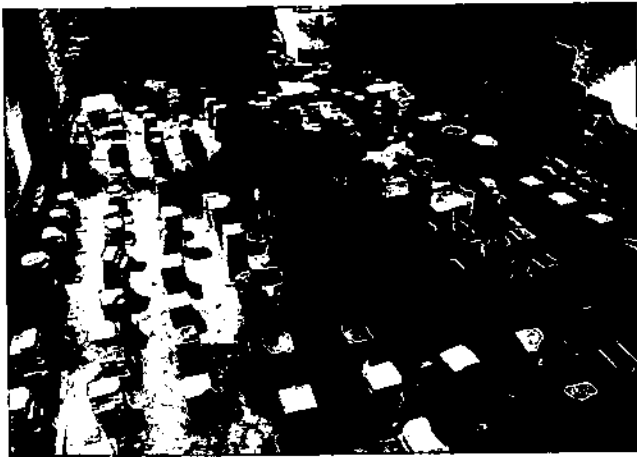
تعیین مشخصات تجهیزات ۵۶۰

- گام اول: تعیین ظرفیت و مشخصات چیلر جذبی ۵۶۱
- گام دوم: تعیین ظرفیت برج خنک کننده ۵۶۲
- گام سوم: تعیین ظرفیت مبدل حرارتی ۵۶۳
- گام چهارم: تعیین ظرفیت منبع آب گرم کویل دار ۵۶۳
- گام پنجم: تعیین ظرفیت پمپ ها ۵۶۴
- گام ششم: تعیین ظرفیت منابع انبساط ۵۶۹
- گام هفتم: تعیین ظرفیت دیگ بخار ۵۷۲
- گام هشتم: اندازه دودکش دیگ ۴۷۵
- گام نهم: تعیین هوای احتراق و تهویه ۵۷۴
- گام دهم: تعیین ظرفیت تجهیزات سیستم بخار ۵۷۴

۵۷۹.....	گام یازدهم: تعیین ظرفیت سختی‌گیر
۵۸۱.....	نقشه مسیر جریان
۶۰۱.....	اهمیت طراحی و تهیه نقشه‌های سه‌بعدی
۶۱۹.....	پیوست‌ها
۶۱۹	پیوست اول (علائم اختصاری واحدهای اندازه‌گیری در سیستم SI)
۶۲۳.....	پیوست دوم (علائم اختصاری واحدهای اندازه‌گیری در سیستم IP)
۶۲۵.....	پیوست سوم (تبدیل واحدهای اندازه‌گیری)
۶۵۱.....	پیوست چهارم (مشخصات بخار اشباع)
۶۵۷.....	نمایه
۶۷۷	منابع و مراجع



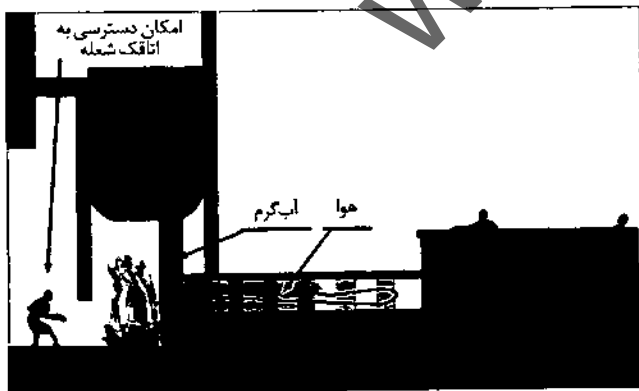
تلاش برای گرم و سرد کردن فضاها به صورت مرکزی قدمتی دیرینه دارد. آثار به‌جا مانده از ساختمان‌های رومی نشان می‌دهد که در دو هزار سال پیش از این رومیان با احداث کف کاذب به ارتفاع 60 سانتی‌متر (تقریباً 2 فوت) در فضاهای مسکونی و ایجاد معابری در دیوارها، هوای گرم شده ناشی از آتش مستقیم را که در اتاقکی خارج و متصل به ساختمان می‌افروختند به فضای خالی کف رانده و به این وسیله فضای ساختمان را گرم می‌کردند. رومیان از همین شیوه برای گرم کردن آب خزانه حمام هم استفاده می‌کردند و به همین دلیل این شیوه گرمایش مرکزی، حمام رومی یا hypocaust خوانده شده است. این شیوه بسیار شبیه به گرمایش مرکزی با کوره هوای گرم است. در ادامه‌ی استفاده از این شیوه گرمایشی، در قرن دوازدهم میلادی لوله‌های حامل هوای گرم جای کف کاذب را گرفتند. سوخت کوره‌های رومی چوب بود؛ اما در نمونه‌های متاخر استفاده از ذغال سنگ نیز مشاهده شده است. تصاویر صفحه بعد ساختار و چگونگی گرمایش و تهیه آب‌گرم را به روش رومی نمایش می‌دهند. اگرچه به گواهی اسناد تاریخی می‌توان رومیان را پیش‌تاز در به‌کارگیری شیوه گرمایش مرکزی محسوب نمود؛ اما وجود



تصویر ۱-۱: ستون‌های کوتاه برای ایجاد فضای لازم در زیر کف برای جریان یافتن هوای گرم در شیوه گرمایش مرکزی رومی



تصویر ۱-۲: در این تصویر حفرة اصلی ورود هوای گرم که به اتاقک شعله متصل می‌شده، مشخص است.



تصویر ۱-۳: چگونگی تهیه آب گرم و هوای گرم در شیوه رومی

بادگیرها در مناطق خشک و کویری ایران نشان می‌دهد که ایرانیان نیز از جمله پیشاتازان شیوه سرمایش مرکزی منتهی بدون استفاده از تجهیزات مکانیکی بوده‌اند.

هنوز هم تامین سرمایش و گرمایش فضاها سهم عمده‌ای از تلاش‌ها برای فراهم آوردن شرایط آسایش در ساختمان را به خود اختصاص می‌دهد و احداث موتورخانه‌های مرکزی در دو گروه عمده تک فصلی و دو فصلی بخش مهمی از این کوشش‌هاست. موتورخانه مرکزی مکانی برای استقرار تجهیزات مولد است و بخشی از تجهیزات انتقال مانند پمپ‌ها نیز در همین مکان نصب می‌شوند. بنابراین تمرکز آلودگی‌ها و سروصدای ناشی از کارکرد تجهیزات مولد در نقطه‌ای خاص، ضمن سهولت در کنترل و دفع مزاحمت آنها، مانع از انتشار آلودگی‌ها در سطح ساختمان می‌شود. از نگاه برخی، این موضوع از چنان اهمیتی برخوردار است که آنها را وامی‌دارد تا موتورخانه مرکزی را حتی در داخل مجموعه اصلی ساختمان در نظر بگیرند و ساختمان مجزایی برای آن در محوطه پروژه پیش‌بینی کنند و توسط معیار ویژه‌ای مانند تونل‌های آدمرو و یا ترانشه‌هایی با ابعاد مناسب لوله‌های حاوی سیال گرم یا سرد را به ساختمان اصلی برسانند. البته اصرار بر اجرای چنین دیدگاهی در هر شرایطی، خود آلوده به وسواس است، زیرا فارغ از عدم امکان عملی نمودن چنین روشی در بسیاری از پروژه‌ها می‌توان با پیش‌بینی‌های مناسب و به کارگیری برخی ترفندها از مزاحمت‌ها و مخاطرات ناشی از وجود موتورخانه در ساختمان کاست. در هر حال با استفاده از موتورخانه مرکزی، خطرات ناشی از شبکه سوخت‌رسانی، اشتعال و کارکرد تجهیزات مولد در نقطه خاصی متمرکز شده و مقابله با آنها آسان‌تر خواهد بود و در همین راستا سطح ایمنی ساختمان ارتقا می‌یابد و از سوی دیگر با متمرکز نمودن تجهیزات مولد و همین‌طور بخش عمده‌ای از تجهیزات انتقال و توزیع مانند پمپ‌ها در مجموع فضای مفید کمتری به تاسیسات مکانیکی اختصاص پیدا می‌کند و هم چنین بنا به یک قاعده کلی تمرکز تجهیزات مولد امکان استفاده از برنامه‌های مدیریت انرژی و مدیریت ساختمان را تسهیل کرده و می‌تواند شرایط بهتری را برای بازده بیشتر از نظر مصرف انرژی نسبت به تجهیزات محلی به وجود آورد.

قطع نظر از مزایایی که برای تمرکز تجهیزات مولد بر شمرده شد، اساساً در بسیاری از پروژه‌ها به‌ویژه پروژه‌های بزرگ،