اصول طراحی تهویه در معادن

تألیف

ابراهیم الهی

(عضو هیأت علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان)

www.ketab.ir

انتشارات جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر

سرشناسه : الهی، ابراهیم، ۱۳۵۵ -
عنوان و نام پدیدآور : اصول طراحی تهویه در معادن/ تالیف و تدوین ابراهیم الهی.
مشخصات نشر : تهران: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری : ض، ۳۰۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک : 978-964-210-172-6
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : کتابنامه: ص. ۳۰۷.
موضوع : معدن و ذخایر معدنی — تهویه
شناسه افزوده : جهاد دانشگاهی. واحد صنعتی امیر کبیر
رده بندی کنگره : ۱۳۹۳ الف۸الف۶/TN۳۰۱
رده بندی دیویی : ۶۲۲/۴۲
شماره کتابشناسی ملی ۳۴۲۷۵۵۷

انتشارات جهاد دانشگاهی
واحد صنعتی امیرکبیر

- نام کتاب : اصول طراحی تهویه در معادن
- تألیف : ابراهیم الهی
- نوبت چاپ : اول
- سال چاپ : ۱۳۹۳
- شمارگان : ۵۰۰ نسخه
- قیمت : ۱۵۰۰۰۰
- چاپخانه : اصیل
- شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۲۱۰-۱۷۲-۶ ISBN 978-964-210-172-6

- آدرس مرکز پخش : تهران - خیابان حافظ - روبروی خیابان سمیه- دانشگاه صنعتی امیرکبیر
تلفن کتابفروشی: ۶۶۴۶۵۳۹۲ (دفتر) ۸۸۸۹۵۹۶۹ فاکس ۶۶۹۵۰۹۸۲

www.ketab.ir

بسم الله الرحمن الرحیم

پیشگفتار جهاد دانشگاهی

توجه به تقویت بنیه علمی دانشگاه‌ها و دیگر مراکز علمی یکی از وظایف اصلی همه آگاهان و دست‌اندرکاران این امور در دوران بازسازی کشور اسلامی عزیزمان ایران می‌باشد. در همین راستا جهاد دانشگاهی با آگاهی نسبت به این موضوع، تمامی توان خود را صرف افزایش سطح علمی دانشجویان آینده‌سازان کشورمان نموده است و در این مسیر از هیچ کوشش و تلاشی دریغ نمی‌کند.

انتشارات جهاد دانشگاهی با این اعتقاد که دستیابی به استقلال علمی، اقتصادی و عقیدتی بدون دستیابی اولیه به سطوح بالای علمی و تکنولوژی‌های مدرن در کنار ایمان و اعتقاد، امکان‌پذیر نمی‌باشد، سعی می‌کند با آماده‌سازی و انتشار متون متنوع علمی به هر دو زبان فارسی و لاتین که از سطح مطلوب علمی برخوردار باشند به وظیفه انسانی و اعتقادی خویش عمل کند و امیدوار است که بتواند کمکی هرچند ناچیز به علاقه‌مندان و دلسوزان میهن اسلامی و پویندگان راه علم انجام دهد.

با این باور و اعتقاد از همهٔ عزیزان دانش‌پژوه جهت ارایه نظرات و پیشنهادات برای هرچه بهتر شدن سطح علمی انتشارات این جهاد، یاری می‌طلبیم.

در انتها، این کتاب را به روان پاک شهدای دانشگاهی بویژه شهدای واحد صنعتی امیرکبیر تقدیم می‌نماییم. امید است کلیهٔ دانشگاهیان استوار و ثابت‌قدم، پویندهٔ راه شهیدان در محیط مقدس دانشگاه باشند.

والسلام علی من‌التبع الهدی

انتشارا ت جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر

مدیر مسئول

احمدرضا مختاری

www.ketab.ir

پیش گفتار

ترکیب هوای معدن در معدن‌کاری زیرزمینی بر اثر فرآیندهایی همچون تنفس پرسنل، انفجار مواد منفجره، نفوذ گازهای مضر و گازخیزی ماده معدنی پیوسته در حال تغییر است. اگر عیار گازهای موجود در ترکیب هوای معدن در حد مجاز استاندارد نباشد در این صورت احتمال مرگ پرسنل و انفجار معدن را به همراه خواهد داشت. بر این اساس جهت جلوگیری از بروز این نوع خطرات نیاز به دانستن علم تهویه است.

هدف از علم تهویه رساندن هوای تمیز به مقدار کافی جهت رقیق کردن گازهای مضرر در معدن بر اساس استاندارد ایمنی و ایجاد محیطی مطبوع برای معدن‌کاری است. تهویه در معادن با روشهای مختلفی همچون طبیعی، مصنوعی و یا ترکیبی از هر دو قابل اجرا است.

بر این اساس مشخصات انواع گازها در محیط معدن، مشخصات فیزیکی هوای معدن، افت فشار هوای معدن، انواع شبکه‌های تهویه، محاسبه شدت جریان شبکه، تعدیل افت فشار در شبکه، انتخاب بادبزن، تهویه طبیعی، مسائل جانبی تهویه و مطالعات موردی در مجموعه‌ای به نام "اصول طراحی تهویه در معادن" ارائه شده است. امید است مجموعه حاضر مورد قبول اساتید و دانش‌پژوهان قرار گیرد. بی‌شک این مجموعه فاقد ایراد نبوده و از اساتید و دانش‌پژوهان تقاضا می‌شود جهت تکمیل شدن این مجموعه، نظرات اصلاحی خود را بیان نمایند.

ابراهیم الهی

www.ketab.ir

فهرست

عنوان	صفحه
فصل اول: انواع گازها در محیط معدن	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۱-۲- گاز متید	۲
۱-۳- گازهای غیر مفید	۴
۱-۳-۱- دی‌اکسید کربن	۵
۱-۳-۲- منوکسید کربن	۸
۱-۳-۳- هیدروژن سولفوره	۹
۱-۳-۴- انیدرید سولفورو	۱۰
۱-۳-۵- اکسیدهای ازت	۱۱
۱-۳-۶- گاز متان	۱۲
۱-۳-۷- گازهای موجود در هوای فشرده	۱۵
۱-۳-۸- گاز هیدروژن	۱۵
۱-۴- مسائل انواع گازها در محیط معدن	۱۶
فصل دوم: مشخصات فیزیکی هوای معدن	**۱۹**
۲-۱- مقدمه	۱۹
۲-۲- قوانین اصلی گازها	۱۹
۲-۲-۱- قانون ماریوت – گیلوساک	۱۹
۲-۲-۲- قانون دالتون	۲۰
۲-۲-۳- قانون گازها در فرآیند بی‌دررو	۲۱
۲-۳- مشخصات فیزیکی هوا	۲۲
۲-۳-۱- جرم مخصوص	۲۲
۲-۳-۲- وزن مخصوص	۲۲
۲-۳-۳- حجم مخصوص	۲۲

www.ketab.ir

۲-۳-۴- محاسبه وزن مخصوص هوا ۲۳
۲-۳-۵- دمای هوا ۲۳
۲-۳-۶- گرانروی هوا ۲۶
۲-۳-۷- رطوبت هوا ۲۶
۲-۳-۸- فشار استاتیکی هوا ۳۲
۲-۳-۹- فشار دینامیکی هوا ۳۴
۲-۳-۱۰- سرعت هوا ۳۴
۲-۳-۱۱- شدت جریان هوا ۴۲
۲-۴- مسائل مشخصات فیزیکی هوای معدن ۴۲
فصل سوم: افت فشار هوای معدن **۵۱**
۳-۱- مقدمه ۵۱
۳-۲- معادله افت فشار هوا ۵۲
۳-۲-۱- افت فشار اصطکاکی ۵۲
۳-۲-۲- افت فشار در اثر وجود موانع ۵۵
۳-۲-۳- افت فشار موضعی یا محلی ۵۵
۳-۲-۴- ضریب افت اصطکاک ۵۶
۳-۲-۵- ضریب افت موضعی ۶۴
۳-۲-۶- ضریب افت وجود موانع در مسیر ۷۴
۳-۳- توان هوا ۷۵
۳-۴- دهانه معادل ۷۶
۳-۵- منحنی مشخصه کار معدنی ۷۷
۳-۶- مسائل افت فشار هوای معدن ۷۸
فصل چهارم: انواع شبکه معدن **۸۳**
۴-۱- مقدمه ۸۳
۴-۲- شبکه سری ۸۳

www.ketab.ir

۴-۳- شبکه موازی ۸۵
۴-۴- شبکه قطری ۸۸
۴-۵- شبکه مختلط یا مرکب ۹۲
۴-۶- مسائل انواع شبکه معدن ۹۲
فصل پنجم: محاسبه شدت جریان شبکه **۱۰۵**
۵-۱- مقدمه ۱۰۵
۵-۲- محاسبه شدت جریان شاخه ۱۰۵
۵-۲-۱- شدت جریان هوا جهت تنفس پرسنل ۱۰۶
۵-۲-۲- شدت جریان هوا جهت ترقیق گازهای حاصل از آتشباری ۱۰۶
۵-۲-۳- شدت جریان هوا جهت ترقیق گازهای حاصل از گازخیزی ۱۰۹
۵-۲-۴- شدت جریان هوا جهت ترقیق گرد و غبار ۱۱۱
۵-۲-۵- شدت جریان هوا جهت ترقیق دود موتورهای دیزل ۱۱۳
۵-۲-۶- شدت جریان هوا جهت تهویه انبار مواد منفجره ۱۱۳
۵-۲-۷- شدت جریان هوا جهت تهویه سنگشکن خانه ۱۱۳
۵-۲-۸- شدت جریان هوا جهت تهویه ایستگاه شارژ لوکوموتیو ۱۱۴
۵-۲-۹- شدت جریان هوا بر اساس حداقل سرعت ۱۱۴
۵-۳- محاسبه شدت جریان شبکه ۱۱۵
۵-۴- مسائل شدت جریان شبکه ۱۲۱
فصل ششم: تعدیل افت فشار در شبکه **۱۳۳**
۶-۱- مقدمه ۱۳۳
۶-۲- تعدیل به روش دستی ۱۳۳
۶-۲-۱- مدل حلقه‌ای ۱۳۳
۶-۲-۲- مدل مسیر بحرانی ۱۳۷
۶-۳- تعدیل به روش رایانه‌ای ۱۳۸
۶-۳-۱- روش هاردی کراس ۱۳۹

www.ketab.ir

۶-۳-۲- تکنیک نیوتن – رافسون ۱۴۴
۶-۴- مسائل تعدیل افت فشار در شبکه ۱۴۷
فصل هفتم: انتخاب بادبزن **۱۸۳**
۷-۱- مقدمه ۱۸۳
۷-۲- انواع بادبزن ۱۸۳
۷-۲-۱- بادبزن جریان شعاعی ۱۸۴
۷-۲-۲- بادبزن جریان محوری ۱۸۶
۷-۳- تئوری بادبزن‌ها ۱۸۸
۷-۳-۱- تئوری بادبزن جریان شعاعی ۱۸۸
۷-۳-۲- تئوری بادبزن جریان محوری ۱۹۳
۷-۴- راندمان بادبزن ۱۹۵
۷-۵- منحنی مشخصه بادبزن ۱۹۷
۷-۵-۱- منحنی مشخصه بادبزن شعاعی با پره‌های متمایل به عقب ۱۹۷
۷-۵-۲- منحنی مشخصه بادبزن شعاعی با پره‌های متمایل به جلو ۱۹۹
۷-۵-۳- منحنی مشخصه بادبزن شعاعی با پره‌های شعاعی ۲۰۱
۷-۵-۴- منحنی مشخصه بادبزن‌های محوری ۲۰۲
۷-۶- تاسیسات بادبزن ۲۰۳
۷-۷- معکوس کردن جهت جریان هوای بادبزن ۲۰۴
۷-۸- مشخصات برخی از بادبزن‌ها ۲۰۷
۷-۹- نحوه استفاده از بادبزن ۲۱۱
۷-۹-۱- بادبزن دهشی ۲۱۱
۷-۹-۲- بادبزن مکشی ۲۱۲
۷-۹-۳- بادبزن تقویتی ۲۱۲
۷-۱۰- مسائل انتخاب بادبزن ۲۱۴
فصل هشتم: تهویه طبیعی **۲۱۹**

www.ketab.ir

۸-۱- مقدمه ۲۱۹
۸-۲- انواع فشار هوا ۲۱۹
۸-۲-۱- فشار استاتیکی هوا ۲۱۹
۸-۲-۲- فشار دینامیکی هوا ۲۲۰
۸-۳- فشار تهویه طبیعی ۲۲۱
۸-۳-۱- فشار تهویه طبیعی بر اساس تحول با حجم ثابت ۲۲۱
۸-۳-۲- فشار تهویه طبیعی بر اساس تحول با دمای ثابت ۲۲۲
۸-۳-۳- فشار تهویه طبیعی بر اساس تحول با مقدار حرارت ثابت ۲۲۲
۸-۴- شدت جریان هوای تهویه طبیعی ۲۲۲
۸-۵- مسائل تهویه طبیعی ۲۲۶
فصل نهم: مسائل جریان تهویه **۲۳۹**
۹-۱- تهویه فرعی ۲۳۹
۹-۲- نشت هوا ۲۵۰
۹-۲-۱- نشت موضعی هوا ۲۵۰
۹-۲-۲- نشت دائمی هوا ۲۵۳
۹-۳- شرایط مناسب محیط کار ۲۵۶
۹-۴- مسائل ۲۵۶
فصل دهم: مطالعات موردی **۲۶۱**
۱۰-۱- مقدمه ۲۶۱
۱۰-۲- پیش‌بینی مقدار تصاعد گاز متان ۲۶۴
۱۰-۳- محاسبه شدت جریان شبکه ۲۶۷
۱۰-۳-۱- شدت جریان هوا جهت تنفس پرسنل ۲۶۷
۱۰-۳-۲- شدت جریان هوا جهت ترقیق گازهای حاصل از آتشباری ۲۶۷
۱۰-۳-۳- شدت جریان هوا جهت ترقیق گازهای حاصل از گازخیزی ۲۶۷
۱۰-۳-۴- شدت جریان هوا بر اساس حداقل سرعت هوا ۲۶۷

www.ketab.ir

۱۰-۴- محاسبه مقاومت شبکه ۲۶۸
۱۰-۵- محاسبه افت فشار شبکه ۲۶۸
۱۰-۶- طرح تهویه حوزه زغالی تخت ۲۶۹
۱۰-۷- طرح تهویه حوزه زغالی کلمدر و برناکی ۲۷۶
۱۰-۸- طرح تهویه حوزه زغالی رزمجا ۲۸۵
۱۰-۹- طرح تهویه حوزه زغالی کلاریز ۲۹۵
۱۰-۱۰- طرح تهویه طبیعی حوزه زغالی تخت ۳۰۴
منابع **۳۰۷**

www.ketab.ir

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- الف- گازسنج مکانیکی اندازه‌گیری گاز اکسیژن	۳
شکل ۱-۱- ب- گازسنج دیجیتالی اندازه‌گیری گازها	۴
شکل ۱-۲- کپسول شیشه‌ای	۶
شکل ۱-۳- گازسنج نوری گریزومتر	۷
شکل ۱-۴- گازسنج دیجیتالی اندازه‌گیری گازهای منواکسید کربن و هیدروژن سولفید	۹
شکل ۱-۵- شرایط اشتعال انفجار گاز متان	۱۴
شکل ۲-۱- رطوبت سنج بلاستر	۳۰
شکل ۲-۲- نمونه‌ای از بادسنج‌های مکانیکی	۳۶
شکل ۲-۳- نمونه‌ای از بادسنج‌های پیتوت دیجیتالی	۳۶
شکل ۲-۴- نمونه‌ای از بادسنج‌های دیجیتالی	۳۹
شکل ۲-۵- نحوه تغییر مکان بادسنج در هر مقطع از کار معدنی	۴۱
شکل ۲-۶- لوله پیتو	۴۲
شکل ۳-۱- کار معدنی با چوب بست تقویت شده	۶۳
شکل ۳-۲- ضریب افت موضعی در مورد راهروی دایره‌ای با انحراف ۹۰ درجه	۶۶
شکل ۳-۳- ضریب افت موضعی در مورد راهروی مستطیلی با انحراف ۹۰ درجه	۶۷
شکل ۳-۴- محاسبه ضریب تصحیح برای ضرایب افت موضعی راهروهای انحنای نامشخص	۶۷
شکل ۳-۵- ضریب افت موضعی برای حالتی که از راهروی اصلی با مقطع دایره شاخه‌ای با مقطع دایره جدا شود	۶۸
شکل ۳-۶- ضریب افت موضعی برای حالتی که از راهروی اصلی با مقطع مستطیل شاخه‌ای با مقطع مستطیل جدا شود	۶۹
شکل ۳-۷- ضریب افت موضعی برای حالتی که دو راهرو با مقطع دایره به هم	۷۰

www.ketab.ir

ملحق و به راهروی دیگری هدایت شوند
شکل ۳-۸- ضریب افت موضعی برای انشعاب Y در مورد مقاطع دایره و مستطیل ۷۱
شکل ۳-۹- معبر ورودی تیز با ضریب افت موضعی ۰/۵ ۷۲
شکل ۳-۱۰- ورود هوا به لوله یا کانال تهویه با ضریب افت موضعی یک ۷۲
شکل ۳-۱۱- معبر ورودی شیپوره‌ای با شرط $\frac{r}{D} \geq 0.2$ ۷۲
شکل ۳-۱۲- نمودار محاسبه ضریب مقاومت دریچه ۷۳
شکل ۳-۱۳- مقاومت موضعی ناشی از وجود شبکه در لوله یا کانال ۷۴
شکل ۳-۱۴- ضریب آیرودینامیکی شکل‌های مقطع یا ضریب C ۷۵
شکل ۳-۱۵- دهانه دمنده ۷۶
شکل ۳-۱۶- منحنی مشخصه کانال بدنی ۷۷
شکل ۴-۱- نمونه‌ای از شبکه موازی ۸۴
شکل ۴-۲- منحنی مشخصه شبکه سری ۸۵
شکل ۴-۳- نمونه‌ای از شبکه موازی ۸۶
شکل ۴-۴- منحنی مشخصه شبکه موازی ۸۷
شکل ۴-۵- نمونه‌ای از شبکه قطری ۸۹
شکل ۵-۱- شدت جریان مورد نیاز هر یک از شاخه‌های شبکه تهویه ۱۱۵
شکل ۵-۲- شدت جریان اصلاحی مرحله اول قوانین سری و موازی ۱۱۶
شکل ۵-۳- شدت جریان اصلاحی مرحله دوم قوانین سری و موازی ۱۱۷
شکل ۵-۴- شدت جریان اصلاحی مرحله سوم قوانین سری و موازی ۱۱۷
شکل ۵-۵- شدت جریان اصلاحی مرحله اول قانون گره ۱۱۸
شکل ۵-۶- شدت جریان اصلاحی مرحله دوم قانون گره ۱۱۸
شکل ۵-۷- شدت جریان اصلاحی مرحله سوم قانون گره ۱۱۹
شکل ۵-۸- شدت جریان اصلاحی مرحله چهارم قانون گره ۱۲۰
شکل ۵-۹- شدت جریان اصلاحی مرحله پنجم قانون گره ۱۲۰

www.ketab.ir

شکل ۶-۱- نمونه‌ای از مدل حلقه‌ای به روش دستی ۱۴۰
شکل ۶-۲- قسمتی از پنجره اصلی نرم‌افزار ونت‌سیم ۱۴۵
شکل ۶-۳- مدل فرضی برای تعدیل شدت جریان هوا ۱۴۷
شکل ۷-۱- بادبزن جریان شعاعی ۱۸۴
شکل ۷-۲- الف- بادبزن جریان شعاعی با پره‌های شعاعی ۱۸۵
شکل ۷-۲- ب- بادبزن جریان شعاعی با پره‌های خمیده به عقب ۱۸۵
شکل ۷-۲- ج- بادبزن جریان شعاعی با پره‌های خمیده به جلو ۱۸۶
شکل ۷-۳- بادبزن جریان محوری ۱۸۷
شکل ۷-۴- بادبزن جریان محوری دو طبقه ۱۸۷
شکل ۷-۵- مولفه‌های سرعت در بادبزن جریان شعاعی با پره‌های شعاعی ۱۹۰
شکل ۷-۶- مولفه‌های سرعت در بادبزن جریان شعاعی با پره‌های متمایل به عقب ۱۹۱
شکل ۷-۷- مولفه‌های سرعت در بادبزن جریان شعاعی با پره‌های متمایل به جلو ۱۹۱
شکل ۷-۸- تغییرات راندمان بادبزن نسبت به تغییرات مقاومت معدن ۱۹۶
شکل ۷-۹- تغییرات فشار و راندمان بادبزن نسبت به تغییرات شدت جریان ۱۹۷
شکل ۷-۱۰- منحنی مشخصه بادبزن شعاعی با پره‌های متمایل به عقب ۱۹۹
شکل ۷-۱۱- منحنی مشخصه بادبزن شعاعی با پره‌های متمایل به جلو ۲۰۰
شکل ۷-۱۲- منحنی مشخصه بادبزن شعاعی با پره‌های شعاعی ۲۰۱
شکل ۷-۱۳- منحنی مشخصه بادبزن محوری ۲۰۱
شکل ۷-۱۴- طریقه نصب بادبزن و تاسیسات مربوط به آن ۲۰۴
شکل ۷-۱۵- طریقه معکوس شدن جریان هوا با دو در ۲۰۵
شکل ۷-۱۶- طریقه معکوس شدن جریان هوا با چهار در و دو راهروی اصلی ۲۰۶
شکل ۷-۱۷- طریقه معکوس شدن جریان هوا با چهار در و یک راهروی اصلی ۲۰۶
شکل ۷-۱۸- الف- بادبزن شعاعی مدل گوی بال ۲۰۹

www.ketab.ir

شکل ۷-۱۸- ب- بادبزن شعاعی مدل وادال ۲۰۹
شکل ۷-۱۸- ج- بادبزن محوری مدل جفری ۲۱۰
شکل ۷-۱۸- د- بادبزن محوری مدل آرکس ۲۱۰
شکل ۷-۱۹- تحلیل مدل بادبزن دهشی ۲۱۱
شکل ۷-۲۰- تحلیل مدل بادبزن مکشی ۲۱۲
شکل ۷-۲۱- تحلیل مدل بادبزن تقویتی ۲۱۳
شکل ۸-۱- مدل تحلیل تهویه طبیعی ۲۲۱
شکل ۸-۲- یک [illegible] برای برآورد شدت جریان تهویه طبیعی ۲۲۳
شکل ۸-۳- نتایج تحلیل شبکه با استفاده از تهویه طبیعی ۲۲۶
شکل ۹-۱- اتصال [illegible] توسط بست فلزی ۲۴۰
شکل ۹-۲- تهویه فرعی [illegible] ۲۴۳
شکل ۹-۳- تهویه فرعی مکشی ۲۴۴
شکل ۹-۴- منحنی مشخصه بادبزن‌های فرعی در شبکه سری ۲۴۵
شکل ۹-۵- منحنی مشخصه بادبزن‌های فرعی در شبکه موازی ۲۴۶
شکل ۹-۶- مقایسه بین بادبزن‌های فرعی در شبکه‌های سری و موازی ۲۴۶
شکل ۹-۷- الف- طرح تهویه فرعی چندین بن‌بست ۲۴۷
شکل ۹-۷- ب- طرح تهویه فرعی برای دویل در تابستان ۲۴۸
شکل ۹-۷- ج- طرح تهویه فرعی برای دویل در زمستان ۲۴۸
شکل ۹-۷- د- طرح تهویه فرعی برای روش‌های مکشی و دهشی ۲۴۹
شکل ۹-۸- سیستم فشانه ۲۴۹
شکل ۹-۹- سوزن فشانه ۲۵۰
شکل ۱۰-۱- حوزه زغالی شرکت ذغالسنگ البرز شرقی ۲۶۰
شکل ۱۰-۲- نمونه‌ای از طرح تهویه شرکت ذغالسنگ البرز شرقی ۲۶۳
شکل ۱۰-۳- کروکی معدن تخت ۲۶۹
شکل ۱۰-۴- شدت جریان نهایی شبکه تهویه معدن تخت ۲۷۵

www.ketab.ir

شکل ۱۰-۵- تعدیل افت فشار شبکه تهویه معدن تخت ۲۷۵
شکل ۱۰-۶- شدت جریان هر یک از شاخه‌های شبکه تهویه معدن کلمدر و برناکی ۲۸۱
شکل ۱۰-۷- تعدیل افت فشار شبکه تهویه معدن کلمدر و برناکی ۲۸۲
شکل ۱۰-۸- کروکی طرح تهویه معدن رزمجا ۲۸۶
شکل ۱۰-۹- شدت جریان هر یک از شاخه‌های شبکه تهویه معدن رزمجا ۲۸۹
شکل ۱۰-۱۰- تعدیل افت فشار شبکه تهویه معدن رزمجا ۲۹۰
شکل ۱۰-۱۱- کروکی طرح تهویه معدن کلاریز ۲۹۶
شکل ۱۰-۱۲- شدت جریان هر یک از شاخه‌های شبکه تهویه معدن کلاریز ۳۰۱
شکل ۱۰-۱۳- تعدیل افت فشار شبکه تهویه معدن کلاریز ۳۰۲
شکل ۱۰-۱۴- طرح تهویه طبیعی معدن تخت ۳۰۶

www.ketab.ir