

انرژی پاک

نویسنده: اوولریچ بیرباون

ترجم: محمد کهنسال قربانی

تردآوان: محمدرضا علیزاده کاغذچی

با همدرس: دژال علیزاده کاغذچی

رشد
علم

سرشماره	بیرباوم، اولریش
عنوان و نام پدیدآور	انرژی پاک/ نویسنده اوولریچ بیرباون؛ مترجم محمد کهنسال قربانی؛ گردآوری محمدرضا عزیزاده کاغذچی.
مشخصات نشر	تهران: رصد علم، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	۳۵۴، تصویر: بخشی رنگی، جدول وزیری
شابک	978-600-93991-9-2
وضعیت فهرست نویسی	فایپا
یادداشت	عنوان اصلی: Compressed air compendium, c2007.
موضوع	کمپرسورها
موضوع	Compressors
موضوع	پنوماتیک
موضوع	Pneumatics
موضوع	کمپرسورها -- طرح و ساختمان
موضوع	Compressors -- Design and construction
موضوع	هوای فشرده -- ماشین آلات
موضوع	Pneumatic machinery
نامۀ افزوده	کهنسال قربانی، محمد، ۱۳۵۲ -، مترجم
شناسه افزوده	عزیزاده کاغذچی، محمدرضا، ۱۳۶۳ -، گردآورنده
ردیف کنگر	۱۳۹۶ الف/ب/۸/تج۹۹۰
رده بندی دیسی	۶۲۱/۵۱
شماره حسه ناسی	۴۶۳۹۶۵۸

رصد علم

انرژی پاک

نویسنده: اوولریچ بیرباون

مترجم: محمد کهنسال قربانی

گردآوری: محمدرضا عزیزاده کاغذچی

با همکاری: کژال عزیزاده کاغذچی

و پشتیبانی شرکت مهندسی پیشرومدار

● شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۳۹۹۱-۹-۲

● چاپ اول: تهران ۱۳۹۵

● شمارگان: ۱۰۰۰

● ناشر: رصد علم

قیمت: ۳۲۰۰۰ تومان

۲۹	مقدمه
۳۱	پیشگفتار
۳۹	استاندارد ISO 8573
۵۵	استاندارد بوست
۵۷	استاندارد هوای فشرده
۵۸	استاندارد صدای خروجی کمپرسور
۵۹	چگونگی محل نصب دستگاه
۶۰	کنترل نصب دستگاه
۶۱	چگونگی نصب کمپرسور
۶۲	استاندارد لوله‌کشی
۶۷	۱. اصول اولیه‌ی هوای فشرده
۶۷	۱,۱ تاریخچه‌ی هوای فشرده
۶۷	۱,۱,۱ مبدا هوای فشرده
۶۷	اولین کمپرسور - ریه
۶۸	توسعه‌ی بیشتر "ریه"
۶۸	اولین کمپرسور مکانیکی - دم آهنگری
۶۹	۱,۱,۲ اولین استفاده‌های هوای فشرده
۶۹	فلاخن
۶۹	درهای مقبره

- ۷۰ قانون پاسکال
- ۷۰ انتقال اشیا از میان لوله‌ها
- ۷۰ ترمز پنوماتیکی
- ۷۱ پست پنوماتیکی
- ۷۱ ابزار پنوماتیکی
- ۷۲ شبکه‌ها: پنوماتیکی
- ۷۲ پردازش: یکنال
- ۷۳ ۱,۲ واحدها و سمبل‌های فرم
- ۷۳ ۱,۲,۱ واحدهای پایه
- ۷۴ ۱,۲,۲ واحدهای هوای فشرده
- ۷۴ ۱,۳ هوای فشرده چیست؟
- ۷۴ ۱,۳,۱ ترکیب هوا
- ۷۵ ۱,۳,۲ خصوصیات هوای فشرده
- ۷۵ ۱,۳,۳ عملکرد هوای فشرده چگونه است؟
- ۷۶ ۱,۴ اصول فیزیکی
- ۷۷ ۱,۴,۲ حجم V [l, m^3] هوای فشرده در حالت انبساط، هوای باز
- ۷۸ ۱,۴,۳ فشار
- ۸۰ ۱,۴,۴ دبی
- ۸۱ دبی
- ۸۱ دبی نرمال
- ۸۲ ۱,۵ هوای فشرده در حرکت
- ۸۲ ۱,۵,۱ رفتار جریان

فهرست ۳

۸۳	۱.۵.۲ انواع جریان
۸۳	جریان ملایم (جریان هموار)
۸۳	جریان متلاطم
۸۴	۲. کاربردهایی برای پنوماتیک
۸۴	۲.۱ مزایای هوای فشرده
۸۴	راحتی انتقال
۸۴	ذخیره‌ی آسان
۸۵	خشک و تمیز
۸۵	سبک
۸۵	ایمنی در استفاده
۸۶	کم حادثه
۸۶	منطقی و اقتصادی
۸۶	ساده
۸۷	مقاوم در برابر بار اضافه
۸۷	وسایل کاری سریع
۸۸	کاملاً قابل تنظیم
۸۸	۲.۲ دامنه‌های فشار
۸۸	دامنه فشار پایین تا ۱۰ بار
۸۸	دامنه فشار متوسط تا ۱۵ بار
۸۹	دامنه فشار بالا تا ۴۰ بار

۸۹	دامنه فشار بالا تا ۴۰۰ بار
۸۹	۲,۳ کاربردهای ممکن برای هوای فشرده
۹۰	۲,۳,۱ کشش و نگه داشتن آن به کمک هوای فشرده
۹۰	۲,۳,۲ حمل با هوای فشرده
۹۱	۲,۳,۳ سیستم‌های محرک پنوماتیکی
۹۱	۲,۳,۴ اسپری کردن با هوای فشرده
۹۲	۲,۳,۵ باد کفن و بیرون کردن با هوای فشرده
۹۲	۲,۳,۶ تست و بازرسی با هوای فشرده
۹۲	۲,۳,۷ استفاده از هوای فشرده برای کنترل پمپ
۹۳	۲,۴ نمونه‌هایی از کاربردهای خاص
۹۴	صنعت ساخت و ساز
۹۴	معادن کاری
۹۴	صنایع شیمی
۹۴	صنایع انرژی
۹۴	نظام بهداشتی
۹۵	هنرهای دستی
۹۵	صنایع چوب
۹۵	ذوب آهن و ریخته‌گری
۹۵	صنایع پلاستیک
۹۶	کشاورزی و جنگلداری
۹۶	صنایع غذایی و غذایی نیمه لوکس
۹۶	صنایع فراوری کاغذ

۹۶	صنایع نساجی
۹۷	تکنشیرژی محیط زیستی
۹۷	عبور مرور و ارتباطات
۹۸	۳. مولدهای هوای فشرده
۹۸	کمپرسورها (متراکم کننده ها)
۹۸	هواکش ها
۹۸	پمپ های وکیوم
۹۸	۳،۱ کمپرسورها (متراکم کننده ها)
۹۸	۳،۱،۱ کمپرسورهای دینامیکی (هروبو کمپرسورها)
۹۹	۳،۱،۲ کمپرسورهای مکشی
۱۰۰	۳،۲ انواع کمپرسورها
۱۰۱	۳،۲،۱ کمپرسورهای استاندارد
۱۰۲	۳،۲،۲ کمپرسور پیستونی
۱۰۲	کمپرسور با پیستون شناور
۱۰۲	کمپرسور کراس هد
۱۰۴	۳،۲،۳ کمپرسورهای دیافراگمی
۱۰۴	خصوصیات :
۱۰۴	۳،۲،۴ کمپرسور پیستون آزاد
۱۰۵	خصوصیات :
۱۰۵	۳،۲،۵ کمپرسور تیغه متحرک (گریز از مرکز)

- ۱۰۶..... خصوصیات :
- ۱۰۶..... ۳,۲,۶ کمپرسور رینگ مایع
- ۱۰۷..... خصوصیات :
- ۱۰۷..... ۳,۲,۷ کمپرسور اسکرو
- ۱۰۸..... کمپرسورهای اسکرو بدون روغن
- ۱۰۸..... کمپرسورهای اسکرو با خنک کاری تزریق روغن
- ۱۰۸..... خصوصیات
- ۱۰۸..... ۳,۲,۸ کمپرسور، دنده ی
- ۱۰۹..... خصوصیات :
- ۱۰۹..... ۳,۲,۹ کمپرسور محوری
- ۱۰۹..... خصوصیات :
- ۱۱۰..... ۳,۲,۱۰ کمپرسور شعاعی
- ۱۱۰..... خصوصیات :
- ۱۱۰..... ۳,۲ کمپرسورهای پیستونی
- ۱۱۰..... ۳,۲,۱ عمومی
- ۱۱۱..... تراکم تک مرحله ای
- ۱۱۱..... تراکم دو مرحله ای
- ۱۱۱..... کمپرسورهای تک کار (تک عمل)
- ۱۱۱..... سرعت های پیستون
- ۱۱۲..... ۳,۳,۲ ظرفیت مکش - خروجی
- ۱۱۲..... میزان مکش - خروجی
- ۱۱۲..... دبی کورس - دبی

فهرست ۷

- ۱۱۲..... فضای خالی
- ۱۱۳..... خنک کاری ۳,۳,۳
- ۱۱۵..... خنک کننده ۳,۳,۴
- ۱۱۵..... کنترل کمپرسورهای یستونی جابجایی ۳,۳,۵
- ۱۱۶..... مزیت‌های کمپرسورهای یستونی جابجایی ۳,۳,۶
- ۱۱۷..... اجزا کمپرسور یستونی ۳,۳,۷
- ۱۱۸..... کمپرسورهای اسکرو ۳,۴
- ۱۱۸..... عمومی ۳,۴,۱
- ۱۱۸..... پروسه تراکم ۳,۴,۲
- ۱۱۸..... مجرای مکش (۱) ۳,۴,۲
- ۱۱۹..... تراکم (۲) + (۳) ۳,۴,۲
- ۱۱۹..... دهش (۴) ۳,۴,۲
- ۱۱۹..... متد عملکرد ۳,۴,۲
- ۱۲۱..... سیستم روغن ۳,۴,۳
- ۱۲۱..... ۱ = مخزن سپراتور روغن/هوا ۳,۴,۳
- ۱۲۱..... ۲ = ترموستات روغن ۳,۴,۳
- ۱۲۱..... ۳ = خنک کن روغن (هوا یا آب) ۳,۴,۳
- ۱۲۲..... ۴ = فیلتر روغن ۳,۴,۳
- ۱۲۲..... ۵ = واحد کمپرسور ۳,۴,۳
- ۱۲۲..... ۶ = لوله تمیز ۳,۴,۳

- ۱۲۳..... ۳,۴,۴ مدار پنوماتیک
- ۱۲۳..... ۱ = فیلتر ورودی
- ۱۲۳..... ۲ = کنترلر مکش
- ۱۲۳..... ۳ = واحد کمپرسور
- ۱۲۳..... ۴ = مخزن هوا/روغن متراکم
- ۱۲۳..... ۵ = سپرات روغن
- ۱۲۳..... ۶ = سیلر فل فشار MPV
- ۱۲۳..... ۷ = افتراکول هوا فشرده هوا خنک
- ۱۲۴..... ۳,۴,۵ استفاده مجدد از حرارت
- ۱۲۴..... ۳,۴,۶ کنترل ورودی
- ۱۲۴..... ۳,۴,۸ مزیت‌های کمپرسورهای اسکرو
- ۱۲۵..... ۳,۴,۸ اجزاء یک کمپرسور اسکرو
- ۱۲۶..... ۳,۵ قطعات
- ۱۲۶..... ۳,۵,۱ موتور محرک
- ۱۲۶..... ۳,۵,۲ تسمه‌های محرک
- ۱۲۶..... ۳,۵,۳ کشش تسمه
- ۱۲۷..... ۳,۵,۴ دریچه ورودی و شیرهای فشار
- ۱۲۷..... ۳,۵,۵ شیر اطمینان
- ۱۲۸..... ۳,۵,۶ فیلتر ورودی
- ۱۲۸..... ۳,۶ روان کننده و خنک کننده‌های کمپرسور
- ۱۲۹..... کمپرسورهای پیستونی
- ۱۲۹..... کمپرسورهای اسکرو

فهرست ۹

۱۳۰	۴. کنترل کمپرسورها
۱۳۰	۴,۱ تعریف‌های فشار
۱۳۰	فشار شبکه p_N [bar op]
۱۳۰	فشار هدف شبکه p_{Ns} [bar op]
۱۳۱	فشار سیستم p_s [bar op]
۱۳۱	فشار شروع p_{ri} [bar c l p]
۱۳۱	فشار قطع p_{max} [bar op]
۱۳۲	۴,۲ وضعیت کارکرد
۱۳۲	۴,۲,۱ آماده باش (آماده به کار) (L_0)
۱۳۲	۴,۲,۲ بی باری (L_1)
۱۳۲	تغییر مسیر گردش هوا
۱۳۲	تغییر مسیر گردش برگشت هوا
۱۳۳	بستن خط ورودی
۱۳۳	بستن خط فشار
۱۳۳	۴,۲,۳ بار قسمتی
۱۳۳	کنترل سرعت
۱۳۴	کنترل اضطراری محفظه (فقط در کمپرسورهای پیستونی)
۱۳۴	کنترل جریان برگشتی (فقط کمپرسورهای پیستونی)
۱۳۴	شیر ورودی تنظیم فشار
۱۳۵	۴,۲,۴ حالت کاری (L_2)

- ۱۳۵..... ۴,۳ کنترل تکی کمپرسورها
- ۱۳۵..... ۴,۳,۱ کنترل نوبتی
- ۱۳۶..... ۴,۳,۲ کنترل حالت بی باری
- ۱۳۶..... ۴,۳,۳ کنترل نوبتی تاخیردار
- ۱۳۷..... اولین روش
- ۱۳۷..... دومین روش
- ۱۳۸..... ۴,۳,۴ کنترل ر قسمتی
- ۱۳۸..... ۴,۳,۴,۱ کنترل خروجی نامحدود
- ۱۳۹..... ۴,۳,۴,۲ کنترل فرکانس
- ۱۳۹..... ۴,۴ روش کنترل ARS
- ۱۴۰..... طراحی مدولار
- ۱۴۰..... ۴,۴,۱ اتوماتیک
- ۱۴۱..... ۴,۴,۲ اتوترونیک
- ۱۴۲..... ۴,۴,۳ ریتوترونیک
- ۱۴۲..... ۴,۴,۴ سوپرترونیک
- ۱۴۳..... ۴,۵ کنترل چندین کمپرسور
- ۱۴۳..... ۴,۵,۱ MCS 1 و MCS 2
- ۱۴۴..... ۴,۵,۲ MCS 3 MCS 3
- ۱۴۵..... ۴,۵,۳ MCS 4 MCS 4
- ۱۴۷..... ۴,۵,۴ MCS 5 MCS 5
- ۱۴۸..... ۴,۵,۵ MCS 6 MCS 6
- ۱۵۰..... ۴,۵,۶ MCS 7 MCS 7

فهرست ۱۱

- ۱۵۰..... MCS 7 در سه حالت موجود است:
- ۱۵۲..... ۵. تصفیه هوای فشرده
- ۱۵۲..... ۵,۱ چرا تصفیه ؟
- ۱۵۴..... ۵,۱,۲ اطلاعات برنامه ریزی
- ۱۵۵..... ۵,۱,۳ پیامدهای تصفیه ضعیف
- ۱۵۵..... ذرات جامد در هوای فشرده
- ۱۵۵..... روغن در هوای فشرده
- ۱۵۶..... آب در هوای فشرده
- ۱۵۶..... ۵,۱,۳ ناخالصی‌ها در هوا
- ۱۵۷..... ۵,۲ آب در هوای فشرده
- ۱۵۷..... ۵,۲,۱ رطوبت اتمسفریک
- ۱۵۷..... رطوبت ماکزیمم hu_{max} [g/m^3]
- ۱۵۸..... رطوبت مطلق hu [g/m^3]
- ۱۵۸..... رطوبت نسبی φ [%]
- ۱۵۸..... ۵,۲,۲ نقاط شبنم
- ۱۵۸..... نقطه شبنم اتمسفریک [$^{\circ}C$]
- ۱۵۹..... نقطه شبنم فشار [$^{\circ}C$]
- ۱۵۹..... ۵,۲,۳ مقدار رطوبت هوا
- ۱۶۰..... ۵,۲,۴ مقدار میعان در زمان تراکم
- ۱۶۱..... ۵,۲,۵ مثال برای محاسبه مقادیر میعان

- ۱۶۳..... ۵,۲,۶ مقدار میعان در یک روز تابستانی مرطوب.....
- ۱۶۴..... ۵,۲,۷ تعیین نقطه شبنم فشار.....
- ۱۶۵..... ۵,۲,۸ نقطه شبنم فشار بعد از حذف فشار.....
- ۱۶۶..... ۵,۳,۱ دسته بندی تعریف شده کیفیت در 1-8573 DIN ISO.....
- ۱۶۶..... ۵,۳ کیفیت هوای فشرده.....
- ۱۶۶..... مقدار روغن.....
- ۱۶۶..... سایز و چگالی ذرات.....
- ۱۶۶..... نقطه شبنم فشار.....
- ۱۶۷..... ۵,۴ روش های خشک کردن.....
- ۱۶۸..... ۵,۴,۱ شرایط کاری.....
- ۱۶۹..... ۵,۴,۲ میعان به وسیله تراکم اضافی.....
- ۱۶۹..... اساس کار.....
- ۱۷۰..... مثال.....
- ۱۷۰..... خصوصیات :.....
- ۱۷۰..... ۵,۴,۳ میعان به وسیله خشک کردن تبریدی.....
- ۱۷۰..... اساس کار.....
- ۱۷۱..... مرحله اول.....
- ۱۷۱..... مرحله دوم.....
- ۱۷۱..... خصوصیات :.....
- ۱۷۲..... ۵,۴,۴ دیفیوژن به وسیله خشک کردن غشایی.....
- ۱۷۲..... اساس کاری.....
- ۱۷۳..... خصوصیات :.....

فهرست ۱۳

- ۱۷۳..... ۵,۴,۵ جذب به وسیله جذب شیمیایی
- ۱۷۴..... اساس کاری
- ۱۷۴..... مثال
- ۱۷۴..... خصوصیات :
- ۱۷۵..... ۵,۴,۶ جذب به وسیله جذب فیزیکی (سطحی)
- ۱۷۶..... اساس کار
- ۱۷۶..... ۵,۴,۶,۱ احیا خف
- ۱۷۷..... خصوصیات
- ۱۷۸..... ۵,۴,۶,۲ احیا با حرارت درونی
- ۱۷۸..... مرحله اول
- ۱۷۸..... دومین مرحله
- ۱۷۹..... خصوصیات
- ۱۷۹..... ۵,۴,۶,۳ احیا با حرارت بیرونی
- ۱۸۰..... اولین مرحله
- ۱۸۰..... دومین مرحله
- ۱۸۰..... سومین مرحله
- ۱۸۰..... خصوصیات
- ۱۸۱..... ۵,۴,۶,۴ احیا با وکیوم
- ۱۸۱..... اولین مرحله
- ۱۸۲..... دومین مرحله

۱۸۲	 خصوصیات
۱۸۲	 ۵,۴,۷ جانمایی درایر تبریدی هوای فشرده
۱۸۳	 ۵,۴,۷,۱ درایر قبل از رسیور هوای فشرده
۱۸۳	 مزایا:
۱۸۳	 معایب:
۱۸۴	 نتیجه گیری:
۱۸۴	 ۵,۴,۷,۲ درایر پس از رسیور هوای فشرده
۱۸۴	 مزایا:
۱۸۴	 معایب:
۱۸۵	 نتیجه گیری:
۱۸۵	 ۵,۵ فیلترهای هوای فشرده
۱۸۵	 ۵,۵,۱ اصطلاحات اولیه فیلترها
۱۸۵	 ۵,۵,۱,۱ نسبت جداسازی فیلتر η [%]
۱۸۶	 مثال
۱۸۶	 ۵,۵,۱,۲ افت فشار Δp
۱۸۷	 ۵,۵,۱,۳ فشار کاری
۱۸۷	 مثال
۱۸۸	 ۵,۵,۲ جداکننده گرد و غبار
۱۸۸	 اساس کار
۱۸۸	 خصوصیات
۱۸۹	 موارد استفاده
۱۸۹	 ۵,۵,۳ فیلتر اولیه

فهرست ۱۵

- ۱۹۰..... اساس کار
- ۱۹۰..... خصوصیات
- ۱۹۰..... ۵,۵,۴ میکروفیلترها
- ۱۹۱..... اساس کار
- ۱۹۲..... مکانیزم‌های فیلتر
- ۱۹۳..... خصوصیات
- ۱۹۳..... ۵,۵,۵ فیلترهای برین فعال
- ۱۹۴..... اساس کارکرد
- ۱۹۴..... خصوصیات
- ۱۹۴..... موارد استفاده:
- ۱۹۵..... ۵,۵,۶ جاذب‌های کربن فعالی
- ۱۹۵..... اساس کارکرد
- ۱۹۶..... خصوصیات
- ۱۹۶..... موارد استفاده:
- ۱۹۷..... ۵,۵,۷ فیلترهای استریل
- ۱۹۷..... اساس کار
- ۱۹۸..... خصوصیات
- ۱۹۸..... موارد استفاده:
- ۱۹۹..... ۶ دفع میعان
- ۱۹۹..... ۶,۱ میعان

- ۲۰۰..... ۶,۲ تخلیه میعان
- ۲۰۱..... ۶,۲,۱ تخلیه میعان با شیرهای دستی
- ۲۰۲..... خصوصیات
- ۲۰۲..... ۶,۲,۲ تخلیه میعان با کنترل شناور
- ۲۰۲..... مشخصات
- ۲۰۳..... ۶,۲,۳ تخلیه میعان با شیرهای برقی زمان‌دار
- ۲۰۳..... تذکر
- ۲۰۴..... خصوصیات
- ۲۰۴..... ۶,۲,۴ تخلیه میعان با کنترل سطح کنترلیکی
- ۲۰۴..... کارکرد
- ۲۰۵..... خصوصیات
- ۲۰۵..... ۶,۲,۵ تخلیه میعان با کنترل سطح شناور
- ۲۰۶..... خصوصیات
- ۲۰۶..... ۶,۳ تصفیه میعان
- ۲۰۷..... دفع
- ۲۰۷..... تصفیه محلی
- ۲۰۸..... ۶,۳,۱ جدا کننده‌های روغن-آب
- ۲۰۸..... کارکرد
- ۲۰۹..... تذکر
- ۲۰۹..... خصوصیات
- ۲۱۰..... ۷. هوای فشرده مورد نیاز
- ۲۱۰..... ۷,۱ مصرف هوای فشرده‌ی وسایل پنوماتیکی

۲۱۱	 ۷,۱,۱ مصرف نازل ها
۲۱۱	 ۷,۱,۱,۱ مصرف هوای فشرده ی نازل های استوانه ای
۲۱۲	 ۷,۱,۱,۲ مصرف هوای فشرده ی رنگ پاش
۲۱۳	 ۷,۱,۱,۳ مصرف هوای فشرده ی نازل های جت
۲۱۴	 ۷,۱,۲ مصرف هوای فشرده ی سیلندر ها
۲۱۵	 مثال
۲۱۶	 ۷,۱,۳ مصرف هوای فشرده ی ادا آلات
۲۱۷	 ۷,۲ تعیین هوای فشرده ی مورد نیاز
۲۱۷	 ۷,۲,۱ زمان کارکرد متوسط
۲۱۸	 مثال
۲۱۹	 ۷,۲,۲ فاکتور همزمانی
۲۲۰	 ۷,۲,۳ معین کردن هوای فشرده ی مورد نیاز
۲۲۰	 ۷,۲,۳,۱ تجهیزات مصرف کننده ی اتوماتیک
۲۲۰	 ۷,۲,۳,۲ تجهیزات مصرف کننده ی عمومی
۲۲۱	 ۷,۲,۳,۳ مصرف هوای فشرده ی کل
۲۲۲	 ۷,۲,۴ مقادیر تلفات و رزرو
۲۲۲	 تلفات v [%]
۲۲۲	 رزرو r [%]
۲۲۲	 میزان خطا f [%]
۲۲۳	 ۷,۲,۵ FAD مورد نیاز LB

- ۲۲۳..... ۷,۳ افت هوای فشرده
- ۲۲۴..... ۷,۳,۱ هزینه‌های افت هوای فشرده
- ۲۲۵..... ۷,۳,۲ تشخیص محل نشتی
- ۲۲۵..... ۷,۳,۲,۱ تعیین نشتی با تخلیه مخزن هوا
- ۲۲۶..... مثال
- ۲۲۶..... تذکر
- ۲۲۶..... ۷,۳,۲,۲ تعیین نشتی با اندازه گیری زمان کارکرد
- ۲۲۷..... مثال
- ۲۲۷..... ۷,۳,۳ حدود نشتی
- ۲۲۸..... ۷,۳,۴ اندازه گیری برای حداقل کردن تلفات انرژی فشرده
- ۲۲۸..... نشتی‌ها
- ۲۲۹..... ۷,۳,۵ بازسازی شبکه‌ی پنوماتیک
- ۲۳۰..... ۸ تعیین اندازه کمپرسورخانه
- ۲۳۰..... ۸,۱ انواع کمپرسور
- ۲۳۰..... ۸,۱,۱ کمپرسورهای اسکرو
- ۲۳۱..... ۸,۱,۲ کمپرسورهای پیستونی
- ۲۳۱..... ۸,۲ فشار ماکزیمم P_{max}
- ۲۳۳..... ۸,۳ تعیین حجم مخزن هوای فشرده
- ۲۳۳..... ۸,۳,۱ پیشنهاداتی برای حجم رسیورهای هوای فشرده
- ۲۳۴..... ۸,۳,۲ مجموعه‌های استاندارد و فشارهای کاری برای سایزهای رسیورهای هوای فشرده
- ۲۳۴..... ۸,۳,۳ حجم‌های رسیورهای هوای فشرده برای کمپرسورها
- ۲۳۶..... ۸,۴ فواصل زمانی سیکل کمپرسور

۲۳۶.....	۸,۴,۱ زمان‌های بی‌باری کمپرسور
۲۳۷.....	۸,۴,۲ زمان‌های کاری کمپرسور
۲۳۷.....	۸,۴,۳ تعیین سرعت دور موتور
۲۳۸.....	۸,۵ مثال‌هایی برای پیکر بندی کمپرسور
۲۳۸.....	۸,۵,۱ محاسبه‌ی نمونه برای کمپرسورهای پیستونی
۲۳۸.....	۸,۵,۱,۱ تعیین فشار ماکزیمم p_{max}
۲۳۹.....	۸,۵,۱,۲ تعیین سایز کمپرسور
۲۴۰.....	۸,۵,۱,۳ حجم رسیور هوای فشرده
۲۴۰.....	۸,۵,۱,۴ فاصله‌ی زمانی سیکل کمپرسور
۲۴۱.....	۸,۵,۱,۵ نسبت سیکل موتور کمپرسور
۲۴۲.....	تذکر
۲۴۲.....	۸,۵,۲ محاسبه‌ی نمونه برای کمپرسورهای اسکرو
۲۴۲.....	۸,۵,۲,۱ مثال برای تعیین فشار ماکزیمم p_{max}
۲۴۳.....	۸,۵,۲,۲ تعیین سایز کمپرسور
۲۴۳.....	۸,۵,۲,۳ اندازه‌ی رسیور هوای فشرده
۲۴۴.....	۸,۵,۲,۴ فاصله‌ی زمانی سیکل کمپرسور
۲۴۴.....	۸,۵,۳ خلاصه‌ی انتخاب کمپرسور
۲۴۵.....	۸,۶ اطلاعاتی برای پیکر بندی کمپرسور
۲۴۵.....	۸,۶,۱ عملکرد و فشار کاری
۲۴۶.....	مثال

- ۲۴۶..... ۸,۶,۲ فشارکاری گوناگون وسایل مصرف کننده
- ۲۴۷..... ۸,۶,۳ ترکیب سیستم‌های کمپرسور
- ۲۴۷..... مزایا
- ۲۴۹..... ۹. سیستم پنوماتیک
- ۲۴۹..... ۹,۱ مخزن هوای فشرده
- ۲۴۹..... ۹,۱,۱ ذخیره هوای فشرده
- ۲۴۹..... ۹,۱,۲ تانک بوسان
- ۲۵۰..... ۹,۱,۳ جمع‌آوری مایعات
- ۲۵۰..... ۹,۱,۴ عملکرد رسیورهای هوای فشرده
- ۲۵۱..... ۹,۱,۵ نصب رسیورهای هوای فشرده
- ۲۵۱..... ۹,۱,۶ قوانین ایمنی برای مخزن‌های هوای فشرده
- ۲۵۲..... ۹,۱,۶,۱ تقسیم به گروه‌های تست
- ۲۵۳..... ۹,۱,۶,۲ ساخت رسیورهای هوای فشرده
- ۲۵۳..... ۹,۱,۶,۳ تعهدات ثبت و بازرسی
- ۲۵۴..... ۹,۱,۶,۴ افراد متخصص و ماهر تعریف شده در §۳۱ و §۳۲ ی بخشنامه‌ی ایمنی رسیورهای فشار
- ۲۵۵..... ۹,۱,۶,۵ بازرسی رسیورهای هوای فشرده
- ۲۵۵..... بازرسی قبل از راه اندازی §۹
- ۲۵۶..... بازرسی‌های دوره‌ای §۱۰
- ۲۵۷..... ۹,۱,۶,۶ انواع بازرسی
- ۲۵۷..... بازرسی داخلی (هر ۵ سال)
- ۲۵۷..... تست فشار (هر ۱۰ سال)
- ۲۵۸..... ۹,۱,۶,۷ برگزیده‌های اضافی از بخشنامه برای رسیورهای هوای فشرده

فهرست ۲۱

۲۵۸	عملکرد رسیورهای هوای فشرده §۱۳
۲۵۸	مدیرک بازرسی و لیست رسیورهای هوای فشرده §۱۴
۲۵۸	۹,۱,۷ اتصالات در مخزن هوای فشرده
۲۶۰	۹,۱,۷,۱ شیر اطمینان
۲۶۱	۹,۲ مدار هوای فشرده
۲۶۲	۹,۲,۱ ساختار مدار هوای فشرده
۲۶۲	۹,۲,۱,۱ خط اصلی
۲۶۲	۹,۲,۱,۲ خط توزیع - خط حفره
۲۶۳	۹,۲,۱,۳ خط توزیع - خط بسته
۲۶۴	۹,۲,۱,۴ خط اتصال
۲۶۵	تذکر
۲۶۵	۹,۲,۱,۵ اتصال به خط مشترک با سیستم‌های متعدد
۲۶۶	هوای فشرده و خطوط مشترک میعان
۲۶۶	خطوط مشترک هوای فشرده
۲۶۶	خطوط مشترک تخلیه (تخلیه‌ی هوا)
۲۶۶	۹,۳ نکاتی برای طرح ریزی سیستم‌های لوله کشی
۲۶۶	۹,۳,۱ نکات طرح ریزی عمومی
۲۶۷	۹,۳,۲ لوله کشی بدون درایر هوای فشرده
۲۶۸	۹,۳,۳ سیستم لوله کشی با درایر هوای فشرده
۲۶۹	۹,۴ افت فشار Δp

- ۲۶۹..... ۹,۴,۱ نوع جریان
- ۲۷۰..... جریان لایه‌ای
- ۲۷۰..... جریان گردابی
- ۲۷۰..... ۹,۴,۲ عدد رینولدز Re
- ۲۷۱..... ۹,۴,۳ افت فشار در سیستم لوله کشی
- ۲۷۲..... ۹,۵ تعیین اندازه خطرناک لوله
- ۲۷۳..... ۹,۵,۱ ماکزیمم افت فشار Δp
- ۲۷۳..... ۹,۵,۲ قطر اسمی - طول لوله - معیسه‌ی [DN - Inch]
- ۲۷۴..... ۹,۵,۳ معادل طول لوله
- ۲۷۵..... تذکر
- ۲۷۶..... ۹,۵,۴ تعیین قطر داخلی d_i لوله توسط محاسبه
- ۲۷۶..... مثال
- ۲۷۷..... ۹,۵,۵ تعیین قطر داخلی d_i لوله توسط گرافیک‌ها
- ۲۷۸..... مثال
- ۲۷۸..... ۹,۵,۶ تعیین قطر داخلی d_i لوله با کمک نمودار میله‌ای
- ۲۷۹..... مثال
- ۲۷۹..... ۹,۶ انتخاب جنس برای خطوط لوله
- ۲۸۰..... ۹,۶,۱ لوله‌های رزوه دار
- ۲۸۱..... مزایا
- ۲۸۱..... معایب
- ۲۸۱..... ۹,۶,۲ لوله‌های بدون درز فولادی
- ۲۸۱..... مزایا

فهرست ۲۳

۲۸۲.....	معایب.....
۲۸۲.....	۹,۶,۳ لوله‌های استنلس استیل.....
۲۸۲.....	مزایا.....
۲۸۳.....	معایب.....
۲۸۳.....	۹,۶,۴ لوله‌های مسی.....
۲۸۳.....	مزایا.....
۲۸۴.....	معایب.....
۲۸۴.....	۹,۶,۵ لوله‌های پلاستیکی.....
۲۸۴.....	مزایا.....
۲۸۵.....	معایب.....
۲۸۶.....	۹,۷ علامت گذاری خطوط لوله.....
۲۸۷.....	پلاک علامت گذاری.....
۲۸۸.....	۱۰. محل نصب.....
۲۸۸.....	۱۰,۱ خنک کاری کمپرسور.....
۲۸۹.....	۱۰,۲ نصب کمپرسور.....
۲۸۹.....	۱۰,۲,۱ اطلاعات عمومی درباره‌ی محل نصب.....
۲۹۰.....	۱۰,۲,۲ دمای قابل قبول محیط.....
۲۹۱.....	۱۰,۲,۳ قوانین اطفای حریق برای محل نصب.....
۲۹۱.....	نیازمندی‌ها برای اطاق‌های نصب دارای ایمنی آتش.....
۲۹۱.....	۱۰,۲,۴ دفع میعان.....

- ۲۹۲..... ۱۰,۳,۵ دستورالعمل نصب کمپرسور.....
- ۲۹۳..... ۱۰,۳,۶ فضای مورد نیاز برای کمپرسور.....
- ۲۹۳..... ۱۰,۳,۷ شرایط برای نصب مخزن های هوای فشرده.....
- ۲۹۴..... ۱۰,۳,۳ تهویه کمپرسور خانه.....
- ۲۹۵..... ۱۰,۳,۱ تاثیر فاکتورهای در جریان هوای خنک کاری $\dot{V}_c$ یک کمپرسور.....
- ۲۹۶..... ۱۰,۳,۲ تاثیر فاکتورهای در جریان هوای خنک کاری $\dot{V}_c$ به و از کمپرسور.....
- ۲۹۶..... ۱۰,۳,۳ اطلاعات عمومی در تهویه کمپرسور خانه ها.....
- ۲۹۸..... ۱۰,۳,۴ تهویه طبیعی.....
- ۲۹۸..... ۱۰,۳,۴,۱ درجه مورد نیاز هوای خروجی برای تهویه طبیعی.....
- ۲۹۹..... تذکر.....
- ۲۹۹..... ۱۰,۳,۵ تهویه مصنوعی.....
- ۳۰۰..... ۱۰,۳,۵,۱ خروجی مورد نیاز برای هواکش در تهویه مصنوعی.....
- ۳۰۰..... ۱۰,۳,۵,۲ درجه مورد نیاز هوای ورودی در تهویه مصنوعی.....
- ۳۰۱..... تذکر.....
- ۳۰۲..... ۱۰,۳,۵,۳ مثال برای تهویه مصنوعی کمپرسور خانه.....
- ۳۰۳..... ۱۰,۳,۶ گردش هوای خنک کاری با کانال های ورودی و خروجی.....
- ۳۰۴..... ۱۰,۳,۶,۱ کانال های هوای ورودی.....
- ۳۰۵..... ۱۰,۳,۶,۲ خارج کردن هوا از کانال هوای خنک.....
- ۳۰۵..... ۱۰,۳,۶,۳ جریان مورد نیاز هوای خنک کاری $\dot{V}_c$ و سطح مقطع کانال Ad
- ۳۰۶..... ۱۰,۳,۶,۴ اطلاعاتی درباره ی تهویه به وسیله ی کانال.....
- ۳۰۸..... ۱۰,۳,۶,۵ تعیین اندازه ی دریچه ی هوای ورودی موقع استفاده از کانال خروجی.....

۳۰۸	 انواع تهویه با کانال
۳۱۰	 پلان‌های نصب نمونه
۳۱۰	 نصب کمپرسور اسکرو: یک مثال
۳۱۱	 نصب کمپرسور پیستونی: یک مثال
۳۱۲	 استفاده‌ی مجدد از حرارت
۳۱۲	 ۱۱,۱ تعادل دما و نمبر ورخانه
۳۱۳	 ۱۱,۲ گرم کردن اطاق
۳۱۳	 ۱۱,۳,۱ گرم کردن اطاق توسط کانال کش
۳۱۴	 ۱۱,۳,۲ عملکرد گرم کردن اطاق
۳۱۵	 ۱۱,۳,۳ تاثیر اقتصادی گرم کردن اطاق
۳۱۵	 ۱۱,۳ مبدل حرارتی Duotherm
۳۱۶	 Duotherm BPT ۱۱,۳,۱
۳۱۶	 اصول کارکرد
۳۱۷	 ویژگی‌ها
۳۱۷	 Duotherm BSW ۱۱,۳,۲
۳۱۸	 اصول کارکرد
۳۱۸	 ویژگی‌ها
۳۱۹	 ۱۱,۳,۳ چه مقدار انرژی قابل صرفه جویی است؟
۳۲۰	 ۱۱,۴ توضیحات نهایی درباره استفاده‌ی مجدد از حرارت
۳۲۲	 ۱۲ صوت

- ۳۲۲..... ۱۲,۱ طبیعت صوت
- ۳۲۳..... ۱۲,۱,۱ درک صوت
- ۳۲۴..... دامنه‌ی ارتعاش
- ۳۲۵..... فرکانس ارتعاش
- ۳۲۶..... شکل ارتعاش
- ۳۲۷..... ۱۲,۲ اصطلاحات مه‌ر در آکوستیک
- ۳۲۸..... ۱۲,۲,۱ شمار صوت
- ۳۲۹..... ۱۲,۲,۲ سطح صوت
- ۳۳۰..... ۱۲,۲,۳ شدت صوت
- ۳۳۱..... ۱۲,۳ درک انسان از صوت
- ۳۳۲..... ۱۲,۳,۱ سطح شدت صوت
- ۳۳۳..... ۱۲,۳,۲ ارزیابی سطح صوت (A) dB
- ۳۳۴..... ۱۲,۳,۳ بلندی صوت در مقایسه
- ۳۳۵..... ۱۲,۴ رفتار صوت
- ۳۳۶..... ۱۲,۴,۱ فاصله از منبع صوت
- ۳۳۷..... مثال
- ۳۳۸..... ۱۲,۴,۲ انعکاس و جذب
- ۳۳۹..... ۱۲,۴,۳ استهلاک صوت
- ۳۴۰..... ۱۲,۴,۵ انتشار صوت در لوله‌ها و کانال‌ها
- ۳۴۱..... ۱۲,۴,۶ سطح فشار صوت از چند منبع صوت
- ۳۴۲..... ۱۲,۴,۶,۱ چند منبع صوت با سطح برابر
- ۳۴۳..... مثال

۱۲,۴,۶,۲	دو منبع صوت با سطح‌های مختلف	۳۳۲
مثال		۳۳۲
۱۲,۵	تاثیر نویز	۳۳۳
۱۲,۶	بخشنامه‌های حفاظت در برابر نویز	۳۳۴
۱۲,۶,۱	قوانین ایمنی برای عملکردهای تولید نویز، تاریخ ۱۳۷۴/۱۲	۳۳۴
۱۲,۶,۲	قوانین ایمنی برای کمپرسورها (VBG 16)، تاریخ ۱۳۸۷/۴	۳۳۵
۱۲,۶,۳	بخشنامه محل کار مله ۱۰، تاریخ ۱۳۷۵/۴	۳۳۵
۱۲,۶,۴	قوانین عمومی مله اجراء درباره نویز، تاریخ ۱۳۸۴/۷	۳۳۵
۱۲,۷	اندازه گیری صدا	۳۳۶
۱۲,۸	بی‌صدایی در کمپرسورها	۳۳۷
۱۳	هزینه‌های هوای فشرده	۳۳۸
۱۳,۱	ترکیب هزینه‌های هوای فشرده	۳۳۸
۱۳,۱,۱	نسبت‌های فاکتور هزینه	۳۳۸
۱۳,۲	محاسبه بهره وری برای هزینه‌های انرژی	۳۴۰
۱۴	تائیدیه CE	۳۴۱
۱۴,۱	مقدمه	۳۴۱
۱۴,۱,۱	دستورالعمل ماشین آلات CE	۳۴۱
۱۴,۱,۲	محل‌های کاربرد	۳۴۲
۱۴,۲	معرفی ماشین آلات برای فروش	۳۴۲
۱۴,۲,۱	سمبل CE	۳۴۴

۳۴۴.....	بیانیه‌ی مطابقت EC ۱۴,۲,۲
۳۴۵.....	بیانیه‌ی سازنده‌ی EC ۱۴,۲,۳
۳۴۶.....	الف نمادها.....
۳۴۶.....	۱,۱. الف شکل نمادهای تعریف شده توسط DIN 28004
۳۴۹.....	۱,۲. الف سمبل‌های واحدهای اتصال و وسایل سوئیچینگ بر اساس ISO 1219
۳۵۱.....	توضیح کوتاه اتصال
۳۵۳.....	جدول تبدیل واحدها

www.ketab.ir



تاریخچه صنعت هوای فشرده در ایران تقریباً جوان بوده و بنیانگذاران این صنعت که با کمپرسور پیستونی شروع کرده‌اند اکثراً آدم‌هایی با تجربه در صنعت بوده‌اند که سواد آکادمیک نداشتند و با مشکلات زیاد و به سختی اقدام به ساخت کمپرسور به صورت کپی می‌نمودند. مثلاً کمپرسور را از خارج تهیه و آن را کپی کرده و چون آن کمپرسور مثلاً ۱۰۰۰ لیتری بود، آنها نیز کمپرسور خود را ۱۰۰۰ لیتر معرفی می‌کردند بدون اینکه علت و نحوه محاسبه آن را بدانند. خوشبختانه نسل دوم و سوم کمپرسورسازها اکثراً آدم‌های تحصیل کرده‌ای بودند و علم و عمل را با هم ترکیب کردند و صنعت کمپرسور نیز به روی پیشرفت علمی روی آورد. اکثر شرکت‌های کمپرسور سازی با استفاده از استانداردهای روز دنیا و محاسبات دقیق نیاز مشتریان و عمل‌گرایی، به سیستم علمی طراحی خطوط هوای فشرده روی آوردند. امروزه مشتریان می‌دانند کدام دستگاه را نیاز دارند و صنعت آن نیاز به چه دستگاهی دارد. مشاوره قبل از خرید در اکثر شرکت‌ها انجام می‌گیرد و مشتریان با آما و اگر و به صورت شانس‌ی دستگاه تهیه نمی‌کنند نوع دستگاه، ظرفیت و فشار مورد نیاز و نوع مصرف امروزه محاسبه و طراحی می‌شود. لذا شرکت مهندس پیشرومدار اقدام به چاپ دومین کتاب اطلاعات صنعت هوای فشرده با ترجمه ساده نموده است که مشتریان خود مشاور خودشان بوده و اجازه ندهند عده‌ای فرصت طلب از عدم آگاهی آنها سوء استفاده کرده و دستگاه‌های نامناسبی را به آنها ارائه نمایند. کتاب حاضر می‌تواند شما را در انتخاب دستگاه‌های مناسب برای نیازتان یاری نماید.

این کتاب حاصل زحمات آقایان مهندس محمد کهنسال به عنوان مترجم، محمدرضا علیزاده کاغذچی به عنوان تهیه کننده تحت حمایت جناب آقای مهندس محمد علی احمدی مدیرعامل شرکت مهندسی نوآورها و نماینده شرکت BOGE در ایران و به همت شرکت مهندسی پیشرومدار تهیه شده است.

با استفاده از این کتاب شما می‌توانید به عنوان متخصص خطوط هوای فشرده دستگاهی مناسب تولید خود را انتخاب نموده و از هزینه‌های بیهوده جلوگیری کرده و سرمایه خود را بیمه نمایید. امیدوارم این قدم ما بتواند شما را یاری نموده و اگر ایراداتی در این کتاب مشاهده می‌کنید حتماً از نظرات خود ما را مطلع فرمائید.

راهنمایی‌های شما باعث بهتر شدن کار ما خواهد بود.

به امید موفقیت کلیه زحمت‌کشان صنعت ایران

محمدعلی علیزاده کاغذچی

مدیریت عامل شرکت مهندسی پیشرومدار