



طراحی معمور هلیکوپتر

مؤلفین:

فرشید بزمی

(دانشجوی دکتری هوافضا - دانشگاه صنعتی شریف)

نگین لقمانی

(دانشجوی کارشناسی ارشد کامپیوتر - دانشگاه آزاد اسلامی)

سرشناسه : بزمی، فرشید، ۱۳۶۴ -
 عنوان و نام پدیدآور : طراحی موتور هلیکوپتر/ فرشید بزمی، نگین لقمانی؛ به سفارش
 شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها).
 مشخصات نشر : تهران: سپهر نو، ۱۳۹۳.
 مشخصات ظاهری : ۴۰۸ص.؛ مصور، جدول، نمودار.
 شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۹۰۱۳۶-۱-۶
 وضعیت فهرست نویسی : فیا
 یادداشت : به سفارش شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها)
 موضوع : هلیکوپترها--موتورها-- طرح و ساختمان
 شناسه افزوده : لقمانی، نگین، ۱۳۶۴ -
 شناسه افزوده : شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران
 رده بندی کنگره : ۱۲۹۳ ط ۳۶۴ ب/ ۷۱۶ TLV
 رده بندی دیویی : ۶۲۹/۱۳۲
 شما : کتابشناسی ملی : ۳۳۵۴۰۵۹



نام کتاب : طراحی موتور هلیکوپتر

ناشر : انتشارات سپهر نو

مؤلفین : فرشید بزمی - نگین لقمانی

صفحه آرایي : هفت رنگ گرافیک (مینا جاویدی)

لیتوگرافی : رایپد گرافیک

نوبت چاپ : اول - بهار ۱۳۹۳

چاپ : جام طلایی

صحافی : کیمیا

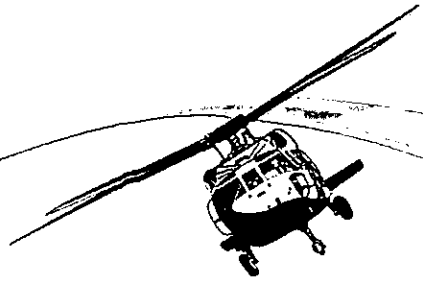
ناظر فنی چاپ : محسن پورحسین

تیراژ : ۵۰۰ جلد

قیمت : ۲۰۴۰۰۰ ریال

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۹۰۱۳۶-۱-۶

به سفارش شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها)



فهرست

۱-۲-۱ مخترعان موتور جت : دکتر	۲۸
هانس ون اوهاین و سر فرانک ویتل ...	۳۰
۲-۲-۱ موتورهای توربو جت	۳-۲-۱ موتورهای توربو پراپ و
۳۴	توربو شفت
۳۹	۴-۲-۱ موتورهای توربو فن
۴۲	۵-۲-۱ موتور پراپ فن
۴۴	۶-۲-۱ موتورهای ضربانی، رم جت
۴۵	(موتور کپرسور) و اسکرم جت
۴۶	۲-۲-۱ موتورهای توربین گازی صنعتی
۴۷	
۴۸	۳-۱ طبقه بندی موتورهای جت
۵۰	۴-۱ طبقه بندی موتورهای جت
۵۱	۱-۴-۱ رم جت
۵۱	۲-۴-۱ پالس جت
۵۲	۳-۴-۱ اسکرم جت
۵۳	۴-۴-۱ توربو راکت
۵۴	۱-۴-۵
	۵-۱ طبقه بندی موتورهای توربین
۵۵	گازی
۵۶	۱-۵-۱ موتورهای توربو جت

۱۳ پیشگفتار مدیر عامل

۱۵ پیشگفتار مؤلفین

فصل ۱

تاریخچه و طبقه بندی موتورهای هواپیما

۱۷

۱-۱ موتورهای پیش از جت - تاریخچه

۱۹

۱-۱-۱ فعالیت های اولیه در مصر و چین

۱۹

۲-۱-۱ لئوناردو داوینچی

۲۰

۳-۱-۱ آسیاب سنگی برانکا

۲۰

۴-۱-۱ ارابه بخار نیوتون

۲۱

۵-۱-۱ توربین گاز باربر

۲۲

۶-۱-۱ فعالیت های گوناگون وسایل

نقلیه هوایی در قرن های هجدهم و

نوزدهم

۲۲

۷-۱-۱ برادران رایت

۲۳

۸-۱-۱ رویدادهای مهم تا سال ۱۹۴۰

۲۵

۱-۲ موتورهای جت

۲۸



۹۷

فصل سوم

اصول ترمودینامیک و طراحی سیکل

موتور ۹۹

۱-۳ تعاریف و فرضیات اولیه ۹۹

۲-۳ قانون اول ترمودینامیک ۱۰۱

۳-۳ قانون دوم ترمودینامیک ۱۰۱

۴-۳ قانون بقای جرم ۱۰۲

۵-۳ معادله‌ی مونتگوم ۱۰۲

۶-۳ خصوصیات گاز ایده‌آل ۱۰۳

۷-۳ ملاحظات جریان تراکم‌پذیر ۱۰۴

۲. آشنایی با موتورهای توربین گازی

..... ۱۰۸

۸-۳ چرخه‌ی برایتون ۱۰۸

۱-۸-۳ بازده حرارتی و کار خروجی ۱۱۰

۴-۸-۳ تفاوت بین چرخه‌ی ایده‌آل و

واقعی ۱۱۲

۹ شرح اجزای مختلف موتور ۱۱۲

۱-۱۱۳ ورودی ۱۱۳

۳-۱۱۴ کمپرسور ۱۱۴

۳-۱۱۹ احتراق ۱۱۹

۳-۹-۱۲۲ توربین ۱۲۲

۳-۹-۱۲۶ خروجی ۱۲۶

۳-۱۰-۳ مروری بر مهندسی طراحی و

تحلیل ملزومات آن ۱۲۷

۳-۱۰-۳ ملزومات سیستم پیش‌رانشی

یکپارچه ۱۲۹

۳-۱۰-۱ عملکرد ۱۲۹

۳-۱۰-۲ شرایط هندسی ۱۳۳

۳-۱۰-۳ سایر معیارها ۱۳۳

۵۸ ۵-۲ توربوپراپ

۶۰ ۵-۱-۳ توربوشت

۶۱ ۵-۱-۴ موتورهای توربوفن

۶۷ ۵-۱-۵ موتورهای پراپ فن

۶۸ ۵-۱-۶ فن مجرادرار پیشرفته

۶۹ ۱-۶ توربین‌های گازی صنعتی

فصل دوم

تعیین توان موتور هلیکوپتر ۷۱

۲-۱-۲ ۷۱

۲-۲-۲ ۷۴

۱-۲-۲-۲ تحلیل انرژی در

سرعت عمودی ۷۶

۲-۲-۲-۲ عنصر تیغه در صعود عمودی ۸۰

۲-۲-۳ توان مزاحم عمودی ۸۱

۲-۲-۴ توان کل عمودی ۸۲

۲-۳ پرواز رو به جلو ۸۷

۲-۳-۱ توان القایی رو به جلو ۸۲

۲-۳-۲ توان جانبی در پرواز رو به جلو

..... ۸۷

۲-۳-۳ نیروهای H در روتور ۸۹

۲-۳-۴ ناحیه جریان معکوس ۹۰

۲-۳-۵ توان مزاحم رو به جلو ۹۲

۲-۳-۶ توان کلی رو به جلو ۹۳

۲-۴ پرواز صعودی رو به جلو ۹۵

۲-۴-۱ توان القایی صعودی و رو به

جلو ۹۵

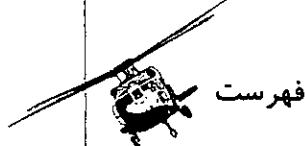
۲-۴-۲ توان جانبی در صعود رو به جلو

..... ۹۷

۲-۴-۳ توان مزاحم در صعود رو به جلو

..... ۹۷

۲-۵ توان کل لازم در پرواز رو به جلو



۲-۴ کمپرسورهای جریان محوری -	۱۶۳
عملکرد خارج از نقطه طراحی	۱۶۳
۱-۲-۴ نقشه کمپرسور	۱۶۳
۲-۲-۴ تأثیر بر نقشه سنجش خطی از	۱۶۴
طرح کمپرسور موجود	۱۶۴
۳-۲-۴ عدد رینولدز و اثرات T1 ...	۱۶۵
۴-۲-۴ تغییر در سیال مورد استفاده	۱۶۶
۵-۲-۴ بارگذاری نقشه‌های کمپرسور	نسبت به مدل‌های عملکرد خارج از نقطه
طراحی موتور - خطوط بتا	۱۶۶
۶-۲-۴ حرکت موجی، واماندگی	۱۶۸
چرخشی و واماندگی قفل شده	۱۶۸
۷-۲-۴ عملکرد کمپرسورهای چند طبقه	۱۷۲
۸-۲-۴ تأثیر زاویه جریان ورودی -	۱۷۲
VIGV ها	۱۷۴
۹-۲-۴ کنترل دریچه‌های تخلیه	۱۷۴
۱۰-۲-۴ فشار ورودی و انحراف درجه	۱۷۵
۱۱-۲-۴ مقیاس نواحی کم سرعت	۱۷۶
نقشه	۱۷۷
۱۲-۲-۴ اثر تغییر نام، نوک	۱۷۸
۱۳-۲-۴ به کارگیری پاکرها و دلناها	۱۷۹
در یک نقشه	۱۸۱
۱۴-۲-۴ تست تجهیزات کمپرسور	۱۸۱
۱۵-۲-۴ ارتعاش شدید	۳-۴ کمپرسورهای سانتریفیوژی
(گریز از مرکز) - عملکرد از نقطه نظر	۱۸۱
طراحی و مقیاس‌بندی پایه	۱-۳-۴ مثلث سرعت و طرز قرارگیری
آنها	۱۸۱

۱۱-۳ تحلیل مأموریت	۱۳۴
۱۲-۳ حساسیت سنجی	۱۳۶
۴ تحلیل چرخه‌ی پارامتریک	۱۳۶
۱۳-۳ انتخاب هندسه‌ی موتور	۱۳۷
۱۴-۳ انتخاب نقطه‌ی طراحی	۱۳۸
۱۵-۳ انتخاب چرخه‌ی موتور	۱۳۸
۱-۳ بازدهی اجزای مختلف موتور	۱۳۸
۲-۳ بررسی پارامتری	۱۳۹
۱۵-۳ انتخاب پارامترهای طراحی	۱۴۳
۵ تحلیل چرخه‌ی عملکردی	۱۴۳
۱۶-۳ پاکت عملکردی موتور	۱۴۳
۱۷-۳ تحلیل در طراحی	۱۴۴
۱-۱۷-۳ مدل شماتیک موتور	۱۴۳
۲-۱۷-۳ عملکرد اجزای مختلف موتور	۱۴۵
۳-۱۷-۳ نتایج تحلیل عملکردی	۱۴۹

فصل چهارم

طراحی اجزا و قطعات موتور	۱۵۳
۱-۴ کمپرسورهای محوری - کارآیی	خارج از نقطه طراحی و اندازه‌گیری
اصلی	۱۵۳
۱-۱-۴ مثلث سرعت و آرایش اولیه	۱۵۳
۲-۱-۴ مقیاس‌بندی در طراحی	۱۵۵
کمپرسور موجود	۱۵۷
۳-۱-۴ کارآیی	۴-۱-۴ راهنمای پارامترهای اصلی
اندازه‌گیری	۱۵۸



- ۴-۶-۴ انهدام ضعیف در برابر شرایط
محیطی و عدد ماخ پروازی ۲۰۲
- ۴-۶-۵ راه اندازی موتور و راه اندازی
مجدد - اشتعال، روشن شدن چراغ های
مجدد و روشن کردن مجدد ۲۰۴
- ۴-۶-۶ تست تجهیزات محفظه احتراق
..... ۲۰۴
- ۴-۷ توربین های جریان محوری -
عملکرد و اساس نقطه طراحی ۲۰۵
- ۴-۷-۱ مثلث شتاب و ساختار اولیه ۲۰۵
- ۴-۷-۲ مقیاس بندی توربین موجود ۲۰۷
- ۴-۷-۳ کارآیی ۲۰۷
- ۴-۷-۴ راهنمای پارامترهای پایه در
مقیاس بندی ۲۱۰
- ۴-۸ توربین های جریان خطی -
عملکرد خارج از نقطه طراحی ۲۱۳
- ۴-۸-۱ نقشه توربین ۲۱۳
- ۴-۸-۲ تأثیر گذاری بر نقشه مقیاس
طبی یک طراحی توربین ۲۱۴
- ۴-۸-۳ عدد رینولدز و تأثیرات دمای
ورودی ۲۱۵
- ۴-۸-۴ تغییر سیال متحرک ۲۱۵
- ۴-۸-۵ اندازه نقشه های توربین در
جهت مدل ها - عملکرد موتور خارج از
نقطه طراحی ۳۱۶
- ۴-۸-۶ تأثیر زاویه جریان ورودی -
NGV های ناحیه متغیر ۲۱۶
- ۴-۸-۷ ویژگی های مختص ناحیه کم
سرعت نقشه ۲۱۶
- ۴-۸-۸ اثر تغییر در فاصله نوک ۲۱۷
- ۴-۸-۹ به کارگیری عوامل و دلالت ها در
نقشه ۲۱۸
- ۴-۳-۲ سنجش طراحی کمپرسور
سانتریفیوژی موجود ۱۸۴
- ۴-۳-۳ کارآیی ۱۸۴
- ۴-۳-۴ راهنمای پارامترهای پایه در
مقیاس بندی ۱۸۵
- ۴-۳-۵ کمپرسورهای سانتریفیوژی در
برابر کمپرسورهای جریان خطی ۱۸۸
- ۴-۳-۶ محدوده جریان جرمی متناسب
کمپرسورهای محوری و سانتریفیوژی
..... ۱۹۰
- ۴-۳-۷ کمپرسورهای سانتریفیوژی -
عملکرد خارج از نقطه طراحی ۱۹۱
- ۴-۴-۱ اثرات تغییر در فاصله نوک ۱۹۱
- ۴-۴-۲ واماندگی سطح ورودینامیکی،
نوسان، واماندگی چرخشی و واماندگی
ثالث ۱۹۱
- ۴-۴-۳ ارتعاش شدید ۱۹۱
- ۴-۵ محفظه احتراق - عملکرد در نقطه
طراحی مقیاس بندی پایه ۱۹۲
- ۴-۵-۱ پیکربندی ۱۹۲
- ۴-۵-۲ سنجش طراحی محفظه احتراق
موجود و عملکرد غیر ابعادی ۱۹۴
- ۴-۵-۳ کارآیی محفظه احتراق ۱۹۵
- ۴-۵-۴ افت فشار ۱۹۶
- ۴-۵-۵ راهنمایی در جهت پارامترهای
پایه مقیاس بندی ۱۹۶
- ۴-۶ محفظه احتراق - عملکرد خارج از
نقطه طراحی ۲۰۰
- ۴-۶-۱ افزایش کارآیی و درجه حرارت
..... ۲۰۰
- ۴-۶-۲ افت فشار ۲۰۱
- ۴-۶-۳ پایداری محفظه احتراق ۲۰۱

۲۳۵	افت قدرت	۲۱۸	۸-۴ تست تجهیزات توربین ...
۲۳۵	۴-۱۳-۳ کارآیی مکانیکی	۲۱۸	۹-۴ توربین‌های شعاعی - طراحی
۲۳۶	۴-۱۳-۴ موتورهای کمکی - استخراج نیرو و معیارهای اندازه‌گیری اصلی ..	۲۱۸	۹-۴-۱ آرایش اولیه و مثلث‌های سرعت
۲۳۶	۴-۱۳-۵ گیربکس‌ها	۲۲۰	۹-۴-۲ سنجش طراحی موجود
۲۳۶	۴-۱۴-۴ افت مکانیکی - عملکرد خارج از نقطه طراحی	۲۲۰	۹-۴-۳ کارآیی
۲۳۶	۴-۱۴-۱ کارآیی مکانیکی	۲۲۰	۴-۴ راهنمای پارامترهای پایه در مقیاس بندی
۲۳۶	۴-۱۴-۲ موتورهای کمکی	۲۲۱	۹-۴-۴ توربین‌های جریان شعاعی در برابر توربین‌های باز محوری
۲۳۷	۴-۱۴-۳ گیربکس‌ها	۲۲۵	۹-۴-۶ دامنه‌های سرعتی مناسب برای توربین‌های جریان رادپال
	فصل ۵	۲۲۶	۱۰-۴ توربین‌های رادپال - عملکرد خارج از نقطه طراحی
۲۳۹	تطبیق اجزا و یکپارچگی سیستم	۲۲۷	۱۱-۴ سیستم‌های هوا، NGV توربین و خنک‌سازی تیغه - عملکرد در طراحی
۲۳۹	۵-۱ سیستم‌های کنترل موتور	۲۲۷	۱۱-۴-۱ پیکربندی
۲۳۹	۵-۱-۱ کنترل الکترونیکی دیجیتال (FADEC)	۲۲۷	۱۱-۴-۲ حجم جریان‌ات عمومی در سیستم هوا
۲۴۲	۵-۱-۲ سیستم نظارت بر نحوه کاربرد و ...	۲۲۸	۱۱-۴-۳ حجم جریان‌ات خنک‌سازی تیغه NGV و توربین
۲۴۲	۵-۲ سیستم‌های کنترل موتور	۲۲۹	۱۱-۴-۴ جریان‌ات سیستم هوا در محاسبات نقطه طراحی
۲۴۳	۵-۲-۱ سیستم‌های کنترل موتور	۲۳۰	۱۲-۴ سیستم‌های هوا - عملکرد خارج از نقطه طراحی
۲۴۳	۵-۲-۲ جداسازی فیلترهای هوای موتور	۲۳۳	۱۲-۴-۱ مدلسیون جریان‌ات
۲۴۶	۵-۲-۳ سیستم ضد یخ موتور	۲۳۳	۱۳-۴ افت مکانیکی - عملکرد نقطه طراحی و مقیاس‌بندی پایه
۲۵۰	۵-۳ سیستم‌های کنترل موتور	۲۳۳	۱۳-۴-۱ یاتاقان - شکل در جهت ساختار، افت قدرت و معیارهای مقیاس‌بندی پایه
۲۵۰	۵-۳-۱ موقعیت‌های کنترل موتور		
۲۵۲	۵-۳-۲ عملکرد موتور		
۲۵۲	۵-۳-۳ نکات مهم دیگر در طراحی		
۲۵۳	۵-۴ گیربکس موتور		
۲۵۳	۵-۴-۱ جعبه دنده‌ی موتور		
۲۵۳	۵-۴-۲ شکل گیربکس مستقیم		



۲۵۴ ۳-۴-۵ قسمت خلاصی موتور

فصل ۶

۲۵۵ آلاینده‌گی

۱-۶ پیش فرض‌های عملیاتی برای

۲۵۵ مدل‌سازی آلاینده‌ها

۱-۶ ۱-۱ ملاحظات عمومی در مورد

۲۵۵ عملیات هلیکوپترها و انواع آنها

۱-۶ ۲-۱ عملیات هلیکوپترهای

۲۵۶ توربوشتفت و توربوپره

۱-۶ ۱-۱ عملیات هلیکوپترهای

۲۵۶ توربوشتفت و توربوپره

۲-۶ تخمین جریان سوخت و عوامل

۲۶۲ انتشار از قدرت موتور

۲۶۸ ۳-۶ محاسبات نهایی

۲۶۸ ۱-۳-۶ آلاینده‌های LTO

۲۶۸ ۲-۳-۶ انتشار آلاینده‌ها در یک

۲۶۸ عملیات

۴-۶ جدول انتشار آلاینده‌های

۲۶۹ هلیکوپتر

ضمیمه ۱

۲۷۳ مرجع استاندارد اصطلاحات فنی

ضمیمه ۲

۲۷۵ جداول ارتفاع

ضمیمه ۳

۲۷۹ داده‌های طراحی و عملکرد

ضمیمه ۴

۲۸۵ انواع موتورهای توربوشتفت در دنیا

ضمیمه ۵

بررسی موردی موتور توربوشتفت PT6T

۳۰۳ ۱-۵-۱ بررسی اجمالی موتور

۳۰۳ ۲-۵-۱ بخش سرما

۳۱۱ ۱-۲-۵ محفظه‌ی ورودی و کمپرسور

۳۱۲ ۲-۲-۵ شیر تخلیه کمپرسور

۳۱۳ ۳-۲-۵ مرحله‌ی بسته شدن شیر تخلیه

۳۱۵ ۳-۲-۵ ژنراتور گاز

۳۱۶ ۴-۲-۵ شستشوی کمپرسور

۳۱۷ ۳-۵-۳ بخش گرما

۳۱۹ ۱-۳-۵ کوره محفظه احتراق

۳۲۰ ۲-۳-۵ مجراهای خروجی کوچک و

۳۲۱ ۳-۲-۵ حلقه پره‌ای توربین کمپرسور

۳۲۲ ۳-۳-۵ توربین کمپرسور

۳۲۴ ۳-۵-۳ حلقه پره‌ای توربین قدرت

۳۲۶ ۶-۳-۵ توربین قدرت

۳۲۷ ۷-۳-۵ سیستم پیلو تانویه

۳۲۸ ۸-۳-۵ خنک‌سازی بخش گرم

۳۲۸ ۹-۳-۵ توربین قدرت و آگزوز

۳۲۹ ۱۰-۳-۵ بسته شدن بخش گرمایشی

۳۳۰ ۱۱-۳-۵ شستشوی توربین

۳۳۱ ۴-۵ گیربکس‌ها

۳۳۱ ۱۱-۳-۵ شستشوی توربین

۳۳۱ ۱۱-۳-۵ شستشوی توربین

۳۳۱ ۱۱-۳-۵ شستشوی توربین

۳۳۱ ۱۱-۳-۵ شستشوی توربین

۳۳۱ ۱۱-۳-۵ شستشوی توربین

۳۳۱ ۱۱-۳-۵ شستشوی توربین

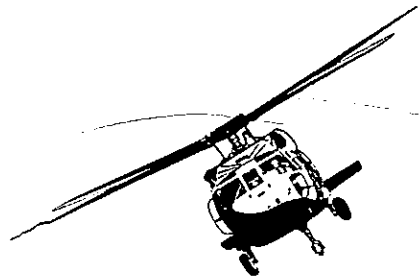
۳۳۱ ۱۱-۳-۵ شستشوی توربین

۳۳۱ ۱۱-۳-۵ شستشوی توربین

۳۳۱ ۱۱-۳-۵ شستشوی توربین



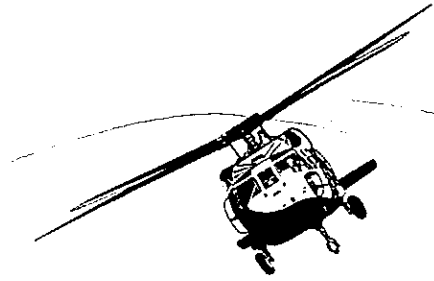
۵-۷-۸ بخش اتوماتیک کنترل سوخت	۵-۴-۱ تنظیم کلاچ در گیربکس کاهشی
۳۶۱	۳۳۴
۵-۷-۹ کنترل و تنظیم توربین قدرت	۵-۴-۲ بسته شدن کلاچ دنده: ۳۳۵
۳۶۳ (N2)	۵-۴-۳ لوازم جانبی گیربکس ۳۳۶
۵-۷-۱۰ واحد کنترل گشتاور ۳۶۵	۵-۵ سیستم روغن ۳۳۸
۵-۷-۱۱ رفع اشکال سیستم سوخت ۳۶۸	۵-۵-۱ سیستم فشار ۳۳۹
۹	۵-۵-۲ سیستم مکنده روغن ۳۳۹
۵-۸ عملکرد ۳۷۳	۵-۵-۳ شیر تنظیم فشار ۳۴۱
۵-۸-۱ امتیازات موتور ۳۷۳	۵-۵-۴ شیر کنترل ۳۴۱
۵-۸-۲ کنترل تضمین نیرو ۳۷۴	۵-۵-۵ شیر کنترل فشار ۳۴۲
۵-۸-۳ نظارت بر روند وضعیت در	۵-۵-۶ فیلتر روغن شیر مسیر انحرافی ۳۴۲
موتور هلیکوپتر (HECTM TM) ۳۷۷	۵-۵-۷ آب بندی در شیر ۳۴۳
۵-۸-۴ رفع اشکال در موتور ۳۸۰	۵-۵-۸ جداکننده هوا و روغن در شیر ۳۴۳
۵-۸-۵ محدود ددی عملیات ها ۳۸۲	گیربکس یدکی ۳۴۳
ضمیمه ۶	۵-۵-۹ سیستم روغن در گیربکس کاهشی ۳۴۵
شرایط از دست رفتن موتور در حالت	۵-۵-۱۰ سیستم روغن R.G.B ۳۴۷
رواز ۳۸۳	۵-۵-۱۱ شیر تنظیم فشار ۳۴۸
۵-۶-۱ اثر اضطراری در هلیکوپتر ۳۸۳	۵-۶ سیستم احتراق ۳۴۹
۵-۶-۱-۱ بررسی دقیق تر عملکرد	۵-۷ سیستم سوخت ۳۵۱
فرود اضطراری ۳۸۶	۵-۷-۱ هیتز سوخت ۳۵۲
۵-۶-۱-۲ ورودهای اضطراری	۵-۷-۲ پمپ سوخت ۳۵۳
۳۸۸	۵-۷-۳ بخش کنترل سوخت دستی ۳۵۴
۵-۶-۱-۳ سه موقعیت ۳۹۳	۵-۷-۴ تنظیمات اهرم نیرو ۳۵۸
۵-۶-۱-۴ انرژی جنبشی در موتور ۳۹۵	۵-۷-۵ تقسیم کننده سوخت و شیر
۵-۶-۲ مداخله زمان تأخیر ۴۰۰	تخلیه: ۳۵۸
۵-۶-۳ منحنی های سرعت در ارتفاع ۴۰۰	۵-۷-۶ نازل های سوخت ۳۵۹
۵-۶-۴ نقص موتور در هلیکوپترهای چند	۵-۷-۷ نازل های سوخت دو روزه ای ۳۶۰
موتوره ۴۰۴	



پیشگفتار مدیر عامل

با نهایت تضرع و تواضع بر آستان کبریائی حضرت حق و با سپاس از الطاف بیکران خداوند سبحان و در راستای فرمایشات امام علم هبری در خصوص تولید علم، شرکت پشتیبانی، نوسازی و ساخت هلیکوپترهای ایران (پنها) این تدبیر را تصویب نموده است که با اراده مشترک برای رسیدن به مقاصد عالیه در خصوص تولید علم گام‌های اساسی بردارد. تولید علم و فناوری امروزه یکی از اساسی‌ترین شرط بقاء در جوامع مترقی و پویاست؛ برای این امر در یک نگاه هوشمندانه، مؤلفه تولید علم در کشورهای مختلف که ارتباط مستقیم و پیوسته‌ای با عمران رفا و پویایی آنان دارد تحلیل کرد.

شرکت پنها با تجربه‌ای بیش از ۴۰ سال در زمینه‌های بسیار درخشان و منحصر بفرد به عنوان اصلی‌ترین و مهم‌ترین قطب هلیکوپتری با رشدی منطقی در خصوص صنعت پیچیده هلیکوپتر از آغاز برنامه تا تحولی عظیم و جهشی در حد بسیار عالی منشاء خفا برآورده‌ای در جامعه اسلامی به‌ویژه در دوران دفاع مقدس بوده است. امروز پنها با راهبرد نوآورانه و فواید بسیار در نیروهای مخلص و متعهد و کارآمد بخش عمده‌ی ارزش‌های یک صنعت با فناوری بالا را از آن خود کرده است. لذا با توجه به ویژگی‌های فرهنگی حاکم بر پنها مبنی بر خدمت به نظام و حفظ دستاوردهای آن به عنوان یک ارزش مورد قبول، همه کارکنان در یک رویکرد مناسب اقدام به انتقال تجربه‌های چندین ساله کاری و علمی خود در قالب کتاب‌های علمی و تخصصی که حاصل تلاش همکاران صدیق و همکاران باشد را نموده است و امید است جزو باقیات و صالحات برای این عزیزان و همه دست‌اندرکاران باشد. انشاء الله نزد حضرت دوست مأجور خواهد بود. امید است این گام هرچند کوتاه آغازی مبارک برای رسیدن به اهداف عالیه و تحولی عظیم در صنعت پیچیده هلیکوپتر و قدمی در راستای تولید علم و بومی‌سازی که این مهم صرفاً در اختیار معدود کشورهاست، باشد. قطعاً دریافت انتقادات و پیشنهادات از صاحبان اندیشه و علم کمک شایانی به سرعت بخشیدن به جایگاه برتر و متعارف ایران اسلامی اهداء خواهد کرد.



پیشگفتار مؤلفین

کتاب‌های درسی بسیاری در توصیف عملکرد یک موتور توربینی در بازار موجود هستند، اما این کتاب برای اولین بار در کشور، عملیات قطعات اصلی یک موتور توربوشت هلیکوپتر، اصول ترمودینامیک آن و اصل تولید نیرو را توصیف می‌کند.

این کتاب به عنوان یک مرجع و کتاب درسی اصولی برای دانشجویان دوره عالی فنی و مهندسی و مهندسین ارشد نگاشته شده است. امید است توجه و آگاهی به خصوص دانشجویان دوره عالی را برای برنامه‌ریزی در جهت گسترش درک فنی و فرائد از آن که در سطوح ارشد و یا فارغ‌التحصیلی به طور معمول کسب می‌کنند، جلب نماید. هر شخص در سطح یک کارشناس متخصص در آن رشته ویراستاری شده است. به دلیل ماهیت پیشرفته پیچیده مطالب، تنها تغییرات جزئی در جهت استانداردسازی نشانه‌گذاری‌ها صورت گرفته است.

در طول نوشتن این کتاب، به منظور بهینه‌سازی نتیجه کار، تلاش بسیاری در زمینه مرتبط با رشته خود، به من یاری رسانده‌اند. جا دارد در اینجا از دکتر کاوه ربانیان و دکتر محمد طیبی رهنی، برای کمک‌های فنی آنها در مورد مفاهیم این کتاب و دکتر محمد احمدی، دکتر خدایار جوادی، محسن پورحسین و فرهاد بزمی برای حمایت‌های معنوی تشکر کنم. همچنین تشکر از خانواده را نباید فراموش کرد که با صبر و شکیبایی خود در طول این سال‌ها برای تکمیل این کتاب مرا یاری کرده‌اند.