

# طراحی پیشرفته موتور هلیکوپتر

جلد اول

مترجمین

امیر محمد شجاعی

(شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران)

دکتر فرشید بزمی

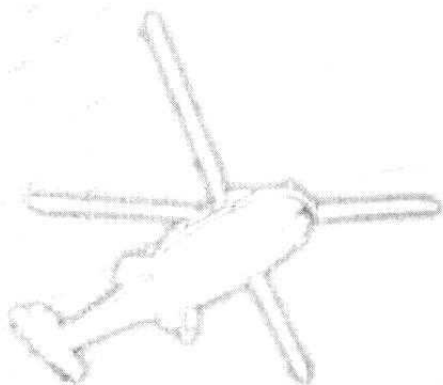
(عضو هیئت علمی دانشگاه علوم و فنون فناوری بالگرد)

سرشناسه : گریگوروا، و. آ.  
 Grigoreva, V. A.  
 عنوان و نام پدیدآور : طراحی پیشرفته موتور هلیکوپتر/ مولفین و. ا. گریگوروف، ب. ا.  
 پانومارف؛ مترجمین امیرمحمد شجاعی، فرشید بزمی؛ ویراستار  
 علمی محمدحسین گندمی؛ به سفارش شرکت پشتیبانی و  
 نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها).  
 مشخصات نشر : تهران: همای علم، ۱۳۹۳ -  
 مشخصات ظاهری : ج.: مصور، جدول، نمودار،  
 شابک : دوره: ۱- ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۶۶۱-۹۷۸-۶۰۰-۹۴۶۶۱-۸-۴  
 وضعیت فهرست نویسی : فیا  
 یادداشت : عنوان اصلی: Вертолетные газотурбинные двигатели, 2007.  
 موضوع : هلیکوپترها-- موتورها -- طرح و ساختمان  
 موضوع : هلیکوپترها -- موتورها  
 شناسه افزوده : پاناماریوا، ب. آ.  
 شناسه افزوده : Ponomareva, B. A.  
 شناسه افزوده : شجاعی، امیرمحمد، ۱۳۴۳ -، مترجم  
 شناسه افزوده : بزمی، فرشید، ۱۳۴۴ -، مترجم  
 شناسه افزوده : گندمی، محمدحسین، ۱۳۴۵ -، ویراستار  
 شناسه افزوده : شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران  
 ده بیت تک : ۱۳۹۳ ط ۳/۱۶/۱۶ TLV  
 رده بندی دی : ۶۲۹/۱۳۳  
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۴۱۳۵۰۸



نام کتاب : طراحی پیشرفته موتور هلیکوپتر / جلد اول  
 ناشر : انتشارات همای علم  
 مؤلفین : پروفیسور و. ا. گریگوروف دکتر ب. ا. پانومارف  
 مترجمین : امیرمحمد شجاعی - فرشید بزمی  
 ویراستار ادبی : بیتا اسدی فاطمه اسکندری  
 ویراستار علمی : محمدحسین گندمی  
 صفحه آرای : صفحه گرافیک (نگین حق شناس لاکانی)  
 طرح روی جلد : هفت رنگ گرافیک (محسن پورحسین)  
 لیتوگرافی : رایپد گرافیک  
 نوبت چاپ : اول - تابستان ۱۳۹۴  
 چاپ : جام طلایی  
 صحافی : کیمیا  
 ناظر فنی چاپ : محسن پورحسین  
 تیراژ : ۵۰۰ جلد  
 شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۶۶۱-۸-۴  
 شابک دوره : ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۶۶۱-۹-۱

به سفارش شرکت پشتیبانی و  
 نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها)



## فهرست

|    |                    |
|----|--------------------|
| ۱۱ | پیشگفتار مدیر عامل |
| ۱۳ | پیشگفتار مترجمین   |
| ۱۵ | اختصارات           |
| ۱۷ | ایندکس‌ها (index)  |

## فصل اول

|    |                                                                             |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|
| ۱۹ | ساختار و پارامترهای مؤثر در فرآیند عملکرد                                   |
| ۱۹ | ۱-۱. ساختار و پارامترهای بنیادی موتورهای توربوسفت هایکو بتری واجزاء اصلی آن |
| ۲۳ | ۱-۱-۱ سیکل ترمودینامیکی ایده‌آل (سیکل برایتون)                              |
| ۲۴ | ۱-۱-۲ کار مخصوص (توان مخصوص)                                                |
| ۲۶ | ۱-۱-۳ سیکل ترمودینامیکی ایده‌آل                                             |
| ۲۷ | ۱-۱-۴ دهانه ورودی                                                           |
| ۲۸ | ۱-۱-۵ کمپرسور                                                               |
| ۳۰ | ۱-۱-۶ کمپرسور موتورهای توربین گاز مجهز به توربین آزاد                       |
| ۳۱ | ۱-۱-۷ محفظه احتراق                                                          |
| ۳۳ | ۱-۱-۸ توربین کمپرسور (توربین فشار بالا)                                     |
| ۳۷ | ۱-۱-۹ توربین آزاد                                                           |
| ۴۲ | ۱-۱-۱۰ خروجی موتور                                                          |
| ۴۵ | ۲-۱. پارامترهای مخصوص در فرآیند عملکردی موتور                               |



- ۳-۱. تأثیرات اندازه‌های موتور بر روی پارامترهای مخصوص ..... ۵۳
- ۱-۳-۱ توسعه موتورهای توربوشفت بر اساس پارامترهای آن ..... ۵۳
- ۲-۳-۱ موتور توربوشفت هلیکوپتری ..... ۵۳
- ۳-۳-۱ آینده توسعه موتورهای توربوشفت هلیکوپتری ..... ۵۸

## فصل دوم

- خصوصیات موتورهای توربوشفت هلیکوپتری ..... ۶۱
- ۱-۲. خصوصیات عملکردی ..... ۶۱
- ۱-۱-۲ انواع رژیم‌های عملکردی موتورهای توربوشفت هلیکوپتری ..... ۶۱
- ۲-۲ خصوصیات عملکردی اجزاء موتور طبق رژیم کاری موتور ..... ۶۳
- ۱-۱ توربین کمپرسور (توربین فشار بالا) ..... ۶۶
- ۴-۱-۲ محفظه احتراق ..... ۶۷
- ۵-۱-۲ کمپرسور ..... ۶۸
- ۶-۱-۲ تنظیمات موتور در استفاده در فرآیند خنک کاری ..... ۷۰
- ۷-۱-۲ تطبیق عملکرد توربین‌ها و کمپرسور ..... ۷۱
- ۲-۲. خصوصیات جوی ..... ۷۸
- ۱-۲-۲ وابستگی  $T_H$  و حداکثر توان و میزان مصرف سوخت مخصوص ..... ۷۹
- ۲-۲-۲ خصوصیات اصلی کمپرسور (با  $L_{ya} \sim n^3$  و تغییرات  $\eta_K$  طبق خط عملکردی) ..... ۸۱
- ۲-۳. خصوصیات ارتفاعی ..... ۸۷
- ۲-۴. خصوصیات سرعتی ..... ۹۲
- ۲-۵. پارامترهای مخصوص موتورهای توربوشفت هلیکوپتری ..... ۹۶
- ۱-۲-۵ خصوصیات شرایط عملکردی ..... ۹۷
- ۲-۲-۵ خصوصیات جوی ..... ۹۸

## فصل سوم

- موتورهای توربوشفت مجهز به مبدل گرمایی ..... ۱۰۱
- ۱-۳. ساختار، عملکرد و پارامترها در توربو شفت مجهز به مبدل گرمایی ..... ۱۰۱
- ۱-۱-۳ پارامترهای بنیادی در محاسبات مبدل گرمایی ..... ۱۰۲
- ۲-۱-۳ مبدل‌هایی گرمایی بهبود دهنده ..... ۱۰۴

## فصل چهارم

- محاسبات و مدل‌های ریاضی ..... ۱۰۷



- ۱-۴. محاسبات دینامیک گاز ..... ۱۰۷
- ۱-۴-۱ محاسبات ترمودینامیکی ..... ۱۰۸
- ۲-۴. محاسبه خصوصیات عملکردی ..... ۱۱۹
- ۳-۴. مدل ریاضی عمومی برای موتور ..... ۱۲۲
- ۴-۴. تعیین وزن، اندازه و ابعاد اجزاء اصلی و موتور ..... ۱۲۶
- ۵-۴. استفاده از روش خطایی حداقلی در سطح بندی تغییرات پارامترهای موتور ..... ۱۴۶

### فصل پنجم

- روش های انتخاب پارامترهای مؤثر موتور هلیکوپتر ..... ۱۴۹
- ۱-۵. اصول تطابق کاری بین ملخ اصلی و موتورهای هلیکوپتر ..... ۱۴۹
- ۲-۵. مدل های ریاضی برای محاسبات آئیرودینامیکی و محاسبات وزنی ..... ۱۵۰
- ۱-۲-۵ روش زیاده و زبیه وزن هلیکوپتر ..... ۱۵۱
- ۳-۵. مجموعه بررسی های بهبود پارامترهای سیکل کاری موتورهای توربوشتفت در با هدف بهینه سازی ..... ۱۵۲
- ۱-۳-۵ تعیین طول پرواز به صورت تئوری ..... ۱۵۳
- ۲-۳-۵ میزان سوخت مصرفی ماشین و وسیله پرنده ..... ۱۵۴
- ۳-۳-۵ نفر ساعت برای ساخت وسیله پرنده ..... ۱۵۴
- ۴-۳-۵ هلیکوپتر با اهداف ترابری ..... ۱۵۶
- ۵-۳-۵ هلیکوپتر با اهداف کشاورزی ..... ۱۵۷
- ۴-۵. مدل ریاضی جهت تعیین سطح وزن موتور و ملخ مورد نیاز پرواز ..... ۱۵۸
- ۵-۵. روش های بهینه سازی هماهنگی بین خصوصیات موتور و هلیکوپتر ..... ۱۶۰
- ۱-۵-۵ محاسبه تاثیرات خصوصیات اجزای اصلی در موتورهای هلیکوپتر کوچک ..... ۱۶۷
- ۲-۵-۵ محفظه احتراق ..... ۱۶۸
- ۳-۵-۵ توربین ..... ۱۶۸
- ۴-۵-۵ کانال خروجی ..... ۱۶۸
- ۶-۵. انتخاب پارامترهای سیکل موتور در شرایط مبهم بودن داده های اولیه ..... ۱۷۰

## پیشگفتار مدیر عامل

با نهایت تضرع و تواضع به آستان کبریائی حضرت حق و با سپاس از الطاف بیکران خداوند سبحان و در راستای فرمایشات مقام معظم رهبری در خصوص تولید علم، شرکت پشتیبانی، نوسازی و ساخت هلیکوپترهای ایران (پنها) این بوق را بافته است که با اراده مشترک برای رسیدن به مقاصد عالیه در خصوص تولید علم گامهای اساسی و بزرگ بردارد. تولید علم و فناوری امروزه یکی از اساسی ترین شرط بقاء در جوامع متمدنی و پویاست. می توان به یک نگاه هوشمندانه، مؤلفه تولید علم در کشورهای مختلف که ارتباط مستقیم و پیوسته ای میزبان رشد و پویایی آنان دارد تحلیل کرد.

شرکت پنها با تجربه ای بیش از ۴۵ سال و با کرنامی بسیار درخشان و منحصر بفرد به عنوان اصلی ترین و مهم ترین قطب هلیکوپتری با رشدی عظیمی در خصوص صنعت پیچیده هلیکوپتر از آغاز برنامه تا تحولی عظیم و جهشی در حد بسیار عالی منشاء خدمات ارزنده ای در جامعه اسلامی بویژه در دوران دفاع مقدس بوده است. امروز پنها با راهبرد نوآورانه، ترقی با تکیه بر نیروهای مخلص و متعهد و کارآمد بخش عمده ای ارزش های یک صنعت با فناوری بالا را از خود کرده است. لذا با توجه به ویژگی های فرهنگی حاکم بر پنها مبنی بر خدمت به نظام و حفظ دساتیری آن به عنوان یک ارزش مورد قبول، همه کارکنان در یک رویکرد مناسب اقدام به انتقال تجربه ای چندین ساله کاری و علمی خود در قالب کتاب های علمی و تخصصی که حاصل تلاش همکاران صدیق پنها می باشد را آماده است و امید است جزو باقیات و صالحات برای این عزیزان و همه دست اندرکاران 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 قدیمی در راستای تولید علم و بومی سازی 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.

مدیر عامل پنها  
محمد احمدآبادی