

هلیکوپتر بایشیرانش اکتی

مؤلفان :

مهندس جواد مولایی

(کارشناس ارشد هوافضا پیشرانش - استاد خلبان هلیکوپتر)

مهندس مهدی مرادی

(کارشناس ارشد هوافضا آبرو دینامیک - پژوهشگر وزارت دفاع)

سرشناسه : مولایی، جواد، ۱۳۶۰ -
 عنوان و نام پدیدآور : هلیکوپتر با پیشرانش راکتی/ مولفان جواد مولایی، مهدی مرادی؛
 به سفارش شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها).
 مشخصات نشر : تهران : چرتکه ، ۱۳۹۱.
 مشخصات ظاهری : ۱۴۴ ص.: مصور.
 شابک : 978-964-6463-46-2
 وضعیت فهرست نویسی : فیبا
 یادداشت : کتابنامه: ص. ۱۴۳.
 موضوع : هلیکوپترها -- موتورها
 موضوع : هلیکوپترها
 موضوع : هلیکوپترها -- طرح و ساختمان
 شناسه افزوده : مرادی، مهدی، ۱۳۶۱ -
 شناسه افزوده : شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران
 رده بندی کنگره : ۱۳۹۱ ۸۹۵۸ م/ TLV۱۶
 رده بندی دیویی : ۶۲۹/۱۲۳
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۹۷۶۰۴۲



انتشارات چرتکه

نام کتاب : هلیکوپتر با پیشرانش راکتی

ناشر : انتشارات چرتکه

مولفان : مهندس جواد مولایی - مهندس مهدی مرادی

صفحه آرای : هفت رنگ گرافیک (ندا نعمت زاد)

لیتوگرافی : راپیدگرافیک

نوبت چاپ : اول - پائیز ۱۳۹۱

چاپ : جام طلایی

صحافی : کیمیا

ناظر فنی چاپ : محسن یورحسین

تیراژ : ۵۰۰ جلد

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۶۴۶۳-۴۶-۲

به سفارش شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها)

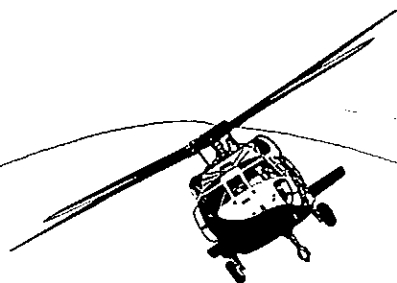
www.chortkehbooks.com

مراکز پخش:

۱- تهران، میدان انقلاب، ابتدای جمالزاده جنوبی، کوچه جهانگرد، شماره ۱۳، نشر آترا - تلفن: ۶۶۹۲۲۰۸۲

۲- تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۲۴، کتابفروشی هنر - تلفن: ۶۶۴۹۲۲۴۲

۳- تهران، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران، ساختمان جیبی، پلاک ۱۳۳۲، کتابفروشی عصر دانش - تلفن: ۶۶۹۷۱۲۵۱



فهرست

۱۱	پیشگفتار مدیر عامل
۱۳	پیشگفتار مؤلفان

فصل اول

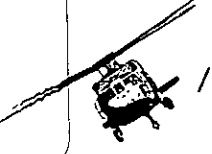
۱۵	آشنایی با هلیکوپتر
۱۵	۱-۱ کلیات
۱۶	۱-۱-۱ پیکربندی هلیکوپتر
۱۷	۱-۱-۲ هلیکوپتر چگونه پرواز می کند؟
۱۸	پرواز ایستا
۱۹	۲-۱ قسمت های اصلی یک هلیکوپتر
۱۹	۳-۱ سیستم های ملخ اصلی
۲۰	۱-۳-۱ حرکت های پره
۲۰	۲-۳-۱ انواع سیستم های ملخ اصلی
۲۰	سیستم ملخ مفصلی (fully articulated rotor system)
۲۱	سیستم ملخ نیمه متغیر (Semi-rigid rotor system)
۲۲	سیستم ملخ ثابت (rigid rotor system)
۲۳	۴-۱ انواع مکانیزم های روتور اصلی (Main Rotor Mechanism)
۲۴	۱-۴-۱ مکانیزم ملخ های هم محور (Coaxial)
۲۴	۲-۴-۱ مکانیزم ملخ های داخلی پهلو به پهلو (Side By Side)
۲۵	۳-۴-۱ مکانیزم ملخ های پشت سر هم (Tondem)



۲۵	۵-۱ سیستم‌های کنترل گشتاور (Anti-torque Systems)
۲۶	۵-۱-۱ انواع مکانیزم کنترل چرخش حول محور عمودی (Yawing Mechanism)
۲۶	الف) ملخ دم متعارف (Conventional Tail Rotor)
۲۶	ب) سیستم فنسترون (Fenestron)
۲۶	ج) سیستم بدون ملخ دم (NOTOR)
۲۸	د) سیستم کنترل با گشتاور تفاضلی (Differential Torque Yawing)
۲۸	۶-۱ اربابه فرود (Landing Gear)
۲۹	۷-۱ سیستم انتقال قدرت (Power Train)
۳۰	۷-۱-۱ گیربکس اصلی (Transmission)
۳۰	۸-۱ سیستم تولید قدرت (Powerplant)
۳۰	۸-۱-۱ موتورهای پیستونی
۳۱	۸-۱-۲ موتورهای توربوشفت
۳۱	۹-۱ فرامین پروازی (Flight Controls)
۳۱	۹-۱-۱ حرکت سه بعدی هلیکوپتر
۳۲	۹-۱-۲ گام پره (Blade Pitch)
۳۲	گام کلی (Collective pitch)
۳۳	گام موضعی (Cyclic pitch)
۳۴	۹-۱-۳ فرامین پروازی
۳۴	الف- اهرم کنترل کننده وضعیت (cyclic pitch control)
۳۵	ب- اهرم تنظیم ارتفاع (collective pitch control)
۳۶	پ- اهرم تنظیم دور موتور (throttle)
۳۶	ت- پدال‌های کنترل کننده حرکت جانبی (antitorque pedals)
۳۷	۹-۱-۴ چگونگی انتقال فرامین از کنترل کننده‌ها به سیستم ملخ اصلی
۳۹	۱۰-۱ خدماتی که هلیکوپتر انجام می‌دهد

فصل دوم

۴۱	آشنایی با سامانه پیشرانشی راکتی
۴۱	۲-۱ کلیات
۴۱	۲-۱-۱ مفاهیم
۴۲	۲-۲ سیستم‌های پیشرانش داکت (Duct jet propulsion)
۴۳	۲-۲-۱ موتورهای جت
۴۳	انواع موتور جت



۴۳	توربو جت
۴۴	توربو فن
۴۵	توربو پراپ
۴۶	توربو شفت
۴۷	رم جت
۴۸	اسکرم جت
۴۸	۲-۳ موتور راکت (تراستر)
۴۹	۲-۳-۱ فربیک راکت
۴۹	قانون اول نیوتن: (اینرسی)
۴۹	قانون دوم نیوتن: (مشتق)
۴۹	قانون سوم نیوتن: (عمل و عکس العمل)
۵۱	۲-۳-۲ فنون پیشرانش
۵۱	انبساط ترمودینامیکی
۵۲	نازل چیست
۵۴	۲-۳-۳ پیکربندی اصلی موتورهای با سوخت مایع
۵۴	مخازن سوخت و اکسید کننده
۵۴	توربوپمپ
۵۶	تزریقگر (injector)
۵۸	محفظه احتراق
۵۸	نازل
۵۸	۲-۳-۴ سوخت راکت
۵۸	مواد نفتی
۵۹	سرمازا
۵۹	پیشرانهای خود مشتعل (هایپر گولیک)
۵۹	پیشرانهای مایع قدیمی
۶۰	۲-۳-۵ انواع موتور راکتی از لحاظ ترکیب سوخت
۶۲	۲-۳-۶ نحوه استقرار این مولد گاز و توربین در سامانه است
۶۳	موتورهای پیشران مایع سیکل بسته

فصل سوم

۶۵	روند تکاملی نصب راکت روی ملخ
۶۵	۳-۱ تاریخچه نصب موتور روی ملخ هلیکوپتر



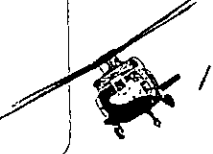
- ۶۶ ۲-۳ اولین هلیکوپتر راکت دار دنیا
- ۷۲ ۳-۳ هلیکوپترهای کوله‌ای راکتی

فصل چهارم

- ۷۵ نمونه‌های امروزی و نحوه‌ی عملکرد تراستر روی ملخ
- ۷۵ ۱-۴ نمونه‌های امروزی
- ۷۵ ۲-۴ هلیکوپتر درآگون
- ۷۷ ۳-۴ هلیکوپتر اطلس
- ۷۹ ۴-۴ مزایای هلیکوپترهایی که راکت روی نوک ملخ آنها نصب شده نسبت به هلیکوپترهای معمولی
- ۷۹ ۵-۴ هلیکوپترهایی که راکت روی آن نصب شده است و راکتی که روی دوش سوار است
- ۸۱ ۶-۴ قسمت‌های مختلف هلیکوپتر قابل حمل و نحوه‌ی کار آن

فصل پنجم

- ۸۵ پارامترهای طراحی و تحلیل تراستر سوخت مایع
- ۸۵ ۱-۵ پارامترهای طراحی
- ۸۵ ۱-۱-۵ پیکربندی اصلی
- ۸۶ ۲-۱-۵ تولید تراست و تأثیر اتمسفر
- ۸۹ ۳-۱-۵ بهینه‌کردن نازل خروجی
- ۹۰ ۴-۱-۵ سرعت خروجی
- ۹۲ ۵-۱-۵ دبی جرمی
- ۹۵ ۶-۱-۵ معادله تراست ترمودینامیکی
- ۹۵ ۷-۱-۵ ضریب تراست و سرعت ویژه
- ۹۷ ۸-۱-۵ محاسبه عملکرد موتور راکت
- ۹۸ ۹-۱-۵ ایمپالس ویژه
- ۹۹ ۲-۵ تحلیل تراستر سوخت مایع
- ۱۰۰ ۱-۲-۵ محفظه احتراق و نازل
- ۱۰۰ ۲-۲-۵ تزریق سوخت و اکسید کننده
- ۱۰۱ ۳-۲-۵ کاویتاسیون
- ۱۰۲ ۴-۲-۵ خنک کردن موتور راکت‌های با سوخت مایع



- ۵-۲-۵ احتراق و انتخاب پیشرا نه ها ۱۰۲
- ۵-۲-۶ دمای احتراق ۱۰۲
- ۵-۲-۷ وزن مولکولی ۱۰۳
- ۵-۲-۸ عملکرد موتور راکت با سوخت مایع ۱۰۴

فصل ششم

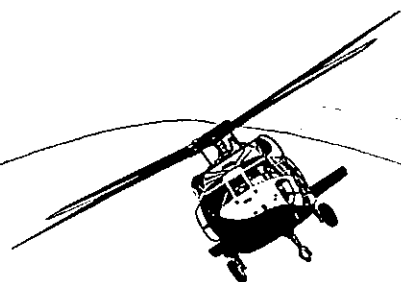
- طراحی و مدلسازی یک موتور تک پایه پراکسید هیدروژن ۱۰۵
- ۶-۱ خواص گازهای خروجی ۱۰۶
- ۶-۱-۱ خواص مونو اکسید نیتروژن ۱۰۷
- ۶-۱-۲ خواص پراکسید هیدروژن ۱۰۹
- ۶-۲ طراحی نازل ۱۱۰
- ۶-۳ محاسبات مربوط به پشته کاتالیست ۱۱۴
- الف - پراکسید هیدروژن ۱۱۴
- ب - مونو اکسید نیتروژن ۱۱۶
- ۶-۴ طراحی و محاسبات مربوط به مخزن سوخت ۱۱۷
- الف (مخزن پراکسید هیدروژن ۱۱۷
- سیستم تحت فشار بوسیله گاز نیتروژن ۱۱۹
- معادله حالت ون در وال (van der waal eqn. of state) ۱۱۹
- ب (مخزن مونو اکسید نیتروژن ۱۲۰
- ۶-۵ انتخاب رگلاتور ۱۲۱
- تخلیه کننده / غیر تخلیه کننده ۱۲۱
- پوشش های دقت برای رگلاتورهای یک و دو مرحله ای در فشارهای دو نامیه ۱۲۲
- دریچه متصل / دیاگرام بسته شده ۱۲۲
- خواندن منحنی جریان ۱۲۳
- عملکرد جریان ۱۲۳
- ۶-۶ انتخاب و تعیین اندازه شیرها ۱۲۴
- قدم ۱: تعریف سیستم ۱۲۶
- قدم ۲: تعریف افت فشار مجاز حداکثر شیر ۱۲۶
- قدم ۳: محاسبه ویژگی شیر ۱۲۷
- قدم ۴: انتخاب اولیه شیر ۱۲۷
- قدم ۵: C_v و درصد استروک (ضربه) را در حداقل جریان بررسی کنید ۱۲۸
- قدم ۶: دریافت را در طی نرخ های جریان قابل بکارگیری را بررسی کنید ۱۲۸



- ۱۲۹ ۶-۷ طراحی انژکتورها
- ۱۲۹ ۶-۸ روش انتخاب شیر برای گاز منواکسید نیتروژن
- ۱۳۱ روش انتخاب شیر برای مایع پراکسید هیدروژن
- ۱۳۲ ۶-۱۰ سیستم گرمایی مورد نیاز

فصل هفتم

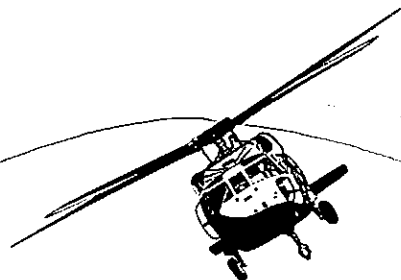
- ۱۳۹ کاربردهای هلیکوپتر کوله‌ای راکتی
- ۱۳۹ ۷-۱ کلیات
- ۱۴۰ ۷-۲ کاربردهای غیر نظامی
- ۱۴۰ ۷-۳ کاربردهای نظامی
- ۱۴۳ مراجع



پیشگفتار مدیر عامل

با نهایت تضرع و تواضع بر آستان کم بائی 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 توفیق را یافته است که با اراده مشترک برای رسیدن به مقاصد عالیه در خصوص تولید علم گامهای اساسی و با برنامه‌ای بردارد. تولید علم و فناوری امروزه یکی از اساسی‌ترین شرط بقاء در جوامع مترقی و پویاست؛ می‌توان در یک نگاه هوشمندانه، مؤلفه تولید علم در کشورهای مختلف که ارتباط مستقیم و پیوسته‌ای با میزان رشد و پربایی آنان دارد تحلیل کرد.

شرکت پنها با تجربه‌ای بیش از ۴۰ سال و با کارنامه‌ای 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 خدمات ارزنده‌ای در جامعه اسلامی بویژه در دوران دفاع مقدس بوده است. امروز پنها با راهبرد نوآورانه و قوی با تکیه بر 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 تجربه‌ای چندین ساله کاری و علمی خود در قالب کتاب‌های علمی و تخصصی که حاصل تلاش همکاران صدیق پنهایی باشد را نموده است و امید است جزو باقیات و صالحات برای این عزیزان و همه دست‌اندرکاران باشد. انشاء... 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 مؤلفان

بدون شک هلیکوپتر به عنوان یک وسیله پرنده با خصوصیات کاربردی خاص بر کسی پوشیده نیست، با توجه به سیر تحول و پیشرفت در وسایل پرنده هر روز شاهد نوآوری‌هایی در این نوع هستیم، هلیکوپترها نیز از این حیث جا نمانده‌اند. در این کتاب نمونه‌ای از تکنولوژی جدید هلیکوپتر معرفی شده است. با حذف موتور نسبتاً سنگین توربو شفت با متعلقات و پیچیدگی‌های زیاد و جایگزینی دو راکت برای به گردش درآوردن ملخ، بسیاری از این پیچیدگی‌ها و موارد نگهداری و تعمیر آن تا حد زیادی کاهش می‌یابد و بدین وسیله از دیدگاهی نو و فرهنگی جدید از وسایل پرنده فوق سبک که می‌تواند به عنوان یک وسیله نقلیه شخصی انسان مورد استفاده قرار گیرد

بایست نهاد سوخت‌های پاک و سبز مانند پراکسید هیدروژن و مونو اکسید نیتروژن که مزایای زیادی نسبت به سوخت‌های سنتی مانند هیدرازین دارد از جمله سبکی بودن، سهل الوصول بودن، هزینه کمتر.

این ایده تا جایی گسترش می‌یابد که یک هلیکوپتر شخصی کوچک بر پایه همین سیستم پیشنهاد می‌گردد که می‌تواند کاربردهای زیادی، از قبیل حمل و نقل افراد، عملیات‌های نجات، کاربردهای نظامی و... داشته باشد.

در بخش‌های این کتاب ابتدا به طور مختصر با هلیکوپتر آشنا شده، سپس به معرفی سامانه پیش‌رانه راکتی پرداخته و در ادامه روند تکاملی و عملکرد راکت بر روی ملخ هلیکوپتر بررسی شده، و در نهایت با آگاهی از پارامترهای طراحی یک موتور راکتی سوخت مایع به مدلسازی یک موتور کوچک راکتی سوخت مایع (تراستر تک پایه) می‌پردازیم. این تکنولوژی جدید با توجه خاص بر یک هلیکوپتر کوچک و قابل حمل (هلیکوپتر کوله‌ای) برای یک شخص مد نظر بوده است بدیهی است که در هلیکوپترهای بزرگتر از موتور دوپایه استفاده می‌گردد و در نهایت این تکنولوژی جدید را کاربردی و قابل دسترس می‌داند.

با توجه به روند رو به جلو پیش رفت کشور عزیزمان ایران در تمامی علوم خصوصاً علوم هوایی و فضایی و پتانسیل‌های موجود و توانایی‌های دانشمندان، امید است بتوانیم با دستیابی به این فناوری،



آن را به دیگر کشورها نیز صادر کنیم.

از تمام کسانی که در چاپ و نشر این مجموعه ما را یاری نموده اند، خصوصاً از آقایان: دکتر غلامرضا هاشم زاده، دکتر سجاد قاسملو و مهندس عباس طربی که حمایت‌های زیادی در این زمینه داشتند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

از آنجایی که اولین بار است که این تکنولوژی معرفی می‌گردد، خالی از اشکال نخواهد بود. لذا با ارسال نظرات و پیشنهادات خود به پست الکترونیکی jackmowl@aol.com و me.moradi1@gmail.com ما را در رفع نواقص احتمالی یاری نمایید.

۱۴

جواد مولایی - مهدی مرادی

پائیز ۱۳۹۱

www.ketab.ir