

سیستم‌های سویخت رسانی هلیکوپتر

مؤلفان :

فرشید بزمی

(کارشناس ارشد هوا فضا - دانشگاه صنعتی شریف)

امیر مصطفوی

(کارشناس موتورهای توربوشفت - شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران)

سرشناسه : بزمی، فرشید، ۱۳۶۴ -

عنوان و نام پدیدآور : سیستم‌های سوخت‌رسانی هلیکوپتر/ مولفان فرشید بزمی، امیر مصطفوی.

مشخصات نشر : تهران: استادکار، ۱۳۹۴.

مشخصات ظاهری : ۱۶۰ ص. مصور، جدول.

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۷۹۴۶۱-۴-۵

وضعیت فهرست نویسی : فیبا

یادداشت : چاپ قبلی: چرتکه ، ۱۳۹۱.

موضوع : هلیکوپترها -- دستگاه‌های سوخت

موضوع : هلیکوپترها -- دستگاه‌های سوخت

ش ناسه افروده : مصطفوی، امیر، ۱۳۵۸ -

رده بندی کنگره : ۱۳۹۴ س۹۲۶/ب TLV۱۶

رده بندی دیویی : ۶۲۹/۱۳۳۲۵۲

شماره کتابشناختی : ۴۰۳۳۳۵



انتشارات استادکار

نام کتاب: سیستم‌های سوخت‌رسانی هلیکوپتر

ناشر: انتشارات استادکار

مؤلفان: فرشید بزمی، امیر مصطفوی

صفحه‌آرا: هفت‌رنگ گرافیک (شیوا صدقاتی)

لایتنوگرافی: رامین

نوبت چاپ: اول - تابستان ۱۳۹۴

چاپ: منصور

صحافی: کیمیا

ناظر فنی چاپ: حسین جعفری پورشورغینی

تیراژ: ۳۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۹۴۶-۱۴-۵

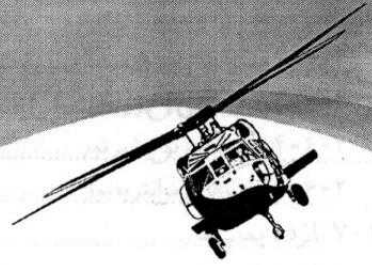
www.simurghedaneh.com

مراکز پخش:

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

کتابفروشی عصر دانش: خیابان انقلاب، نرسیده به ۱۲ فروردین، جنب کتابفروشی فجر تهران، پلاک ۱۳۳۳، تلفن: ۶۶۹۷۱۲۵۱

انتشارات سیمای دانش: تهران، خیابان انقلاب، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۱۸، تلفن: ۶۶۹۶۶۱۱۴۵



فهرست

- پیشگفتار مدیر عامل ۹
- پیشگفتار مؤلفان ۱۱

فصل اول

- اجزاء سیستم سوخت در بدنه ۱۵
- ۱-۱ سیستم سوخت رسانی ۱۵
- ۲-۱ سیستم سوخت ضد گلوله ۱۶
- ۳-۱ سیستم های سوخت غیر ضد گلوله ۱۶
- ۴-۱ سیستم سوخت تحت جاذبه ۱۸
- ۵-۱ سیستم سوخت تحت فشار ۱۹
- ۶-۱ خصوصیات فیزیکی سیالات ۱۹
- ۱-۶-۱ ویسکوزیته ۱۹
- ۲-۶-۱ قابلیت تراکم ۲۰
- ۳-۶-۱ انبساط حرارتی ۲۰
- ۴-۶-۱ قانون پاسکال ۲۰
- ۵-۶-۱ نیرو و فشار ۲۰
- ۷-۱ سوخت موتورهای جت ۲۰
- ۱-۷-۱ سوخت های نظامی ۲۰
- ۲-۷-۱ سوخت های غیر نظامی ۲۲
- ۸-۱ سوخت مورد استفاده در هلیکوپتر ۲۳



۲۳	۹-۱ ویژگی‌های سوخت مطلوب
۲۴	۱۰-۱ رایج‌ترین مواد افزودنی به سوخت و دلیل استفاده از آن‌ها
۲۴	۱۱-۱ خطوط انتقال سیال
۲۴	۱-۱۱-۱ لوله‌های انعطاف‌پذیر
۲۵	۲-۱۱-۱ خطوط صلب
۲۵	۱۲-۱ رابط‌های مورد استفاده در خطوط سیال
۲۶	۱۱-۱ آب‌بندها
۲۷	۱-۱۳-۱ آب‌بندهای مقطع گرد
۲۷	۱-۱۳-۱ آب‌بندهای کاسه‌نمدی
۲۸	۱-۱۳-۱ آلات نصب آب‌بندها

فصل دوم

۲۹	اجزاء سیستم سوخت در بدن
۲۹	۱-۲ سیستم سوخت‌رسانی هلیکوپتر به اهداف آن
۲۹	۱-۱-۲ اجزاء اصلی سیستم سوخت‌رسانی هلیکوپتر
۳۱	۲-۲ انواع مخازن سوخت
۳۱	۱-۲-۲ مخازن قابل پیاده کردن
۳۱	۲-۲-۲ مخازن بادکنکی
۳۱	۳-۲-۲ مخازن یکپارچه
۳۲	۳-۲ مخازن اصلی سوخت در هلیکوپتر
۳۲	۱-۳-۲ اجزاء داخلی مخازن سوخت
۳۳	۲-۳-۲ مخازن سوخت جلو
۳۵	۳-۳-۲ مخازن سوخت کمکی
۳۷	۴-۲ پمپ و انواع آن در وسایل پرنده
۳۸	۵-۲ پمپ‌های دستی
۳۸	۱-۵-۲ پمپ‌های یک کاره
۳۹	۲-۵-۲ پمپ‌های دوکاره
۴۰	۶-۲ انواع پمپ‌های اصلی
۴۰	۱-۶-۲ پمپ‌های نوع پیستونی
۴۰	۱-۱-۶-۲ پمپ‌های صفحه‌مایل
۴۱	۲-۱-۶-۲ پمپ‌های محور مایل



۴۱	۲-۶-۲ پمپ نوع چرخ دنده‌ای
۴۲	۲-۶-۳ پمپ‌های نوع پره‌ای
۴۳	۲-۶-۴ پمپ‌های نوع ژیر تور
۴۳	۲-۶-۵ پمپ‌های سانتریفیوژ
۴۴	۲-۷ بازده پمپ‌ها
۴۵	۲-۷-۱ بازده حجمی
۴۵	۲-۷-۲ بازده مکانیکی
۴۶	۲-۷-۳ بازده کلی
۴۶	۲-۸ پمپ‌ها به کار رفته در بخش بدنه‌ی هلیکوپتر
۴۶	۲-۸-۱ پمپ‌های تقویت کننده یا کمکی
۴۸	۲-۸-۱-۱ پمپ تقویت کننده الکتریکی
۴۹	۲-۸-۱-۲ پمپ تقویت کننده بادی
۴۹	۲-۸-۲ پمپ شتاب دهنده
۵۰	۲-۹ فیلتر
۵۰	۲-۹-۱ فیلتر میکرونی سلولزی
۵۱	۲-۹-۲ فیلتر میکرونی فلزی
۵۱	۲-۹-۳ فیلتر نوع کانو
۵۲	۲-۱۰ فیلترهای اصلی سوخت در هلیکوپتر
۵۳	۲-۱۰-۱ فیلتر اصلی سوخت با نشان دهنده مکانیکی
۵۳	۲-۱۰-۲ فیلتر اصلی سوخت با نشان دهنده الکتریکی

فصل سوم

۵۵	کارکرد سیستم سوخت در بدنه
۵۵	۳-۱ چگونگی عملکرد سیستم
۵۸	۳-۲ اجزا الکتریکی سیستم
۵۹	۳-۲-۱ سیستم نشان دهنده مقدار سوخت
۶۰	۳-۲-۲ شیر مسدودکننده
۶۱	۳-۲-۳ سوئیچ شناور متغیر
۶۲	۳-۲-۴ انتقال دهنده مقدار فشار سوخت
۶۲	۳-۲-۵ سوئیچ جریان
۶۲	۳-۲-۶ سوئیچ کمترین سطح سوخت
۶۳	۳-۳ شیر تقسیم یکطرفه



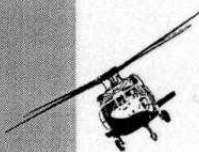
- ۶۴ ۴-۳ شیر تخلیه
- ۶۴ ۵-۳ شیر تخلیه ی سوخت

فصل چهارم

- ۶۵ اجزا سیستم سوخت موتور
- ۶۵ ۴-۱ موتور جت
- ۶۵ ۱-۱-۱ موتورهای جت فاقد قطعات گردنده
- ۶۵ ۱-۱-۲ موتورهای جت دارای قطعات گردنده
- ۶۷ ۴-۱-۱-۱ توربوشارژرهای توربوشارژ
- ۶۸ ۴-۲ تاریخچه سرکوت، اوکولایکمیگ
- ۶۸ ۴-۲-۱ موتور در هلیکوپتر ۲۰۵
- ۷۲ ۴-۲-۲ مشخصات موتور T55
- ۷۳ ۴-۳ اجزاء سیستم سوخت رسانی ر روی موتور
- ۷۳ ۴-۳-۱ لوله حسگر فشار ممانع ورودی به کپرسور
- ۷۳ ۴-۳-۲ حسگر دمای هوای ورودی به کپرسور
- ۷۳ ۴-۳-۳ دستگاه کنترل سوخت
- ۷۴ ۴-۳-۴ دستگاه تنظیم کننده دور توربین قدرت
- ۷۴ ۴-۳-۵ شیر سوخت استارت
- ۷۵ ۴-۳-۶ لوله سوخت استارت
- ۷۵ ۴-۳-۷ شیر یکطرفه زدایش سوخت
- ۷۵ ۴-۳-۸ مجرای هدایت سوخت استارت
- ۷۵ ۴-۳-۹ تقسیم کننده جریان اصلی سوخت
- ۷۵ ۴-۳-۱۰ مجرای سوخت پاش های اصلی
- ۷۵ ۴-۳-۱۱ شیر تخلیه
- ۷۵ ۴-۴ نکاتی در مورد محفظه احتراق

فصل پنجم

- ۷۹ کارکرد سیستم سوخت موتور
- ۷۹ ۵-۱ چگونگی استارت موتور
- ۸۰ ۵-۲ سیستم زدایش سوخت از سوخت پاش های استارت
- ۸۲ ۵-۳ مسیر جریان اصلی سوخت



- ۴-۵ نسبت سوخت در مجاری اولیه و ثانویه ۸۵
- ۵-۵ پاشش سوخت در محفظه احتراق ۸۵
- ۶-۵ شیر خالی کننده سوخت باقیمانده محفظه احتراق ۸۷
- ۷-۵ کارکرد دستگاه کنترل سوخت ۸۹
- ۱-۷-۵ توصیف دستگاه کنترل سوخت ۸۹
- ۲-۷-۵ قسمت کنترل جریان سوخت هنگام افزایش یا کاهش دور ۸۹
- ۳-۷-۵ قسمت اتوماتیک سیستم کنترل جریان سوخت ۹۰
- ۴-۷-۵ سیستم جریان سوخت اضطراری ۹۲
- ۵-۷-۵ عملکرد سیستم جریان سوخت اضطراری ۹۲
- ۶-۷-۵ قسمت کنترل دور N1 ۹۳
- ۷-۷-۵ دستگاه کنترل دور N2 ۹۴
- ۸-۷-۵ حسگر دما هوا ورودی به کمپرسور ۹۵
- ۹-۷-۵ حسگر فشار هوا ورودی به کمپرسور ۹۷
- ۱۰-۷-۵ بخش کنترل بدخلیه هوا ۹۸
- ۱۱-۷-۵ سیستم کنترل زاویه تیغه ها و ورودی کمپرسور ۱۰۱

فصل ششم

- آزمایش عملکرد سیستم سوخت ۱۰۷
- ۱-۶ آزمایش عملکرد سیستم سوخت رسانی ۱۰۷
- ۱-۱-۶ تست فشار ۱۰۷
- ۲-۱-۶ تست ۲۰ دقیقه سیستم سوخت هلیکوپتر ۱۰۷
- ۲-۶ تست و تعمیر مخازن سوخت ۱۰۸
- ۳-۶ آزمایش و تعمیر قطعات ۱۰۸
- ۱-۳-۶ باز کردن قطعه ۱۰۸
- ۲-۳-۶ شستشو ۱۰۸
- ۳-۳-۶ بازرسی بصری ۱۰۸
- ۴-۳-۶ بستن قطعه ۱۰۹
- ۵-۳-۶ آزمایش نهایی ۱۰۹
- ۴-۶ مواد مصرفی برای انجام اصول ۵ گانه تعمیر و آزمایش قطعات ۱۰۹
- ۵-۶ کلیاتی در مورد بازرسی و تعمیر و نگهداری ۱۰۹
- ۶-۶ کلیاتی در مورد تست و بازرسی اجزاء سیستم سوخت موتور ۱۱۰



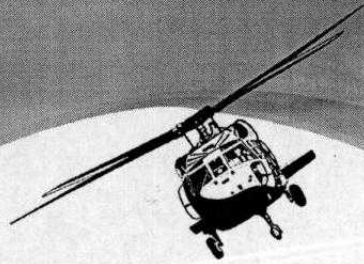
- ۱۱۰ ۶-۶-۱ تست لوله‌های انتقال دهنده سیستم سوخت استارت
- ۱۱۰ ۶-۶-۲ روش تست شیر یکطرفه زدایش سوخت استارت
- ۱۱۰ ۶-۶-۳ روش تست و بازرسی سوخت پاش‌های اصلی
- ۱۱۳ ۶-۶-۴ روش تست دستگاه تقسیم کننده سوخت
- ۱۱۵ ۶-۶-۵ تست شیر تخلیه محفظه احتراق
- ۱۱۷ ۶-۶-۶ تست شیر الکتریکی سوخت استارت
- ۱۱۸ ۶-۶-۷ کلیات تست دستگاه F.C.U
- ۱۲۲ ۶-۶-۸ نحوه تنظیم و تست بند تخلیه هوا
- ۱۲۴ ۶-۶-۹ نصب و تست کنترل کننده تیغه‌های ورودی هوا
- ۱۲۷ ۶-۶-۷ عیب‌یابی سیستم سوخت‌رسانی در هلیکوپتر
- ۱۲۸ ۶-۶-۸ عیب‌یابی پمپ تقویت کننده
- ۱۲۹ ۶-۶-۹ عیب‌یابی سیستم سوخت‌رسانی موتور

ضمیمه

- ۱۳۳ سیستم‌های سوخت برخی از موتورها
- ۱۳۳ موتور PT6T-3
- ۱۳۷ موتور آلیسون 250-C20
- ۱۳۹ موتور سری T55
- ۱۴۴ موتور LTC4B-8D
- ۱۴۶ موتور سری T700

ضمائم

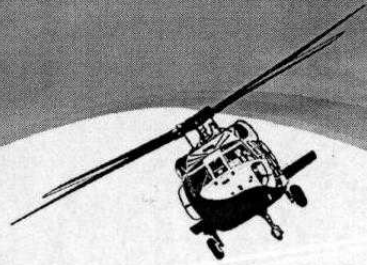
- ۱۵۳ کلید واژه
- ۱۵۹ فهرست اختصارات



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 عالیجناب رهبری در خصوص تولید علم، شرکت پشتیبانی، نوسازی و ساخت بالگردهای ایران (پنها) این توفیق را یافته است که با اراده مشترک برای رسیدن به مقاصد عالیه در خصوص تولید علم گامهای اساسی و با پامه‌ها بردارد. تولید علم و فناوری امروزه یکی از اساسی‌ترین شرط بقاء در جوامع متمدنی و پویاست؛ می‌توان در یک نگاه هوشمندانه، مؤلفه تولید علم در کشورهای مختلف که ارتباط مستقیم و پیوسته‌ای با پیشرفت و پویایی آنان دارد تحلیل کرد.

شرکت پنها با تجربه‌ای بیش از ۴۰ سال و بدین‌سانه‌ای بسیار درخشان و منحصر بفرد به عنوان اصلی‌ترین و مهم‌ترین قطب بالگردی با رشدی منصفی در خصوص صنعت پیچیده بالگرد 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 تکلیف‌های 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 به‌عنوان 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 پنها می‌باشد را نمودار 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 بالگرد 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

سیستم سوخت‌رسانی، یکی از مهمترین سیستم‌های تعبیه شده بر روی هلیکوپتر می‌باشد که در واقع شاه‌رگ حیاتی و اساسی این وسیله است و هر گونه نقص در عملکرد آن که می‌تواند ناشی از ضعف طراحی، کوتاهی در نگهداری و تعمیر یا خرابی قطعات باشد، خسارات جبران‌ناپذیری در پی خواهد داشت. سیستم سوخت‌رسانی یک سیستمی که باید آنقدر قابل اطمینان باشد که بتواند در تمامی شرایط آب و هوایی و پروازی که در مرحله‌ی طراحی برای هلیکوپتر تعریف شده است سوخت را با مقدار مناسب و به طور مطلوب به موتور یا موتورهای بر سر بالاسر اجزای اصلی سیستم سوخت‌رسانی در جدیدترین هلیکوپترهای امروزی هم تغییر نکرده است. به سواکن همیشه تانک‌های سوخت، شیر قطع‌کننده‌ی اصلی، پمپ کمکی موتور، دستگاه کنترل سوخت، سوخت‌پاش و فیتلرها در قسمت‌های مختلف مسیر در یک سیستم سوخت‌رسانی وجود دارند. یعنی با دانستن اساس کار و اشراف بر سیستم، مطالعه و یادگیری سازوکار سوخت‌رسانی هر هلیکوپتر دیگری آسان و قابل اعتماد خواهد بود.

در اینجا لازم می‌دانیم از جناب آقایان دکتر محمد احمدآبادی مدیر عامل محترم شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران، دکتر محمد طیبی رهنی استاد گرانقدر دانشگاه صنعتی شریف، علی محرابی و حسین ابارشی که با راهنمایی‌های ارزشمند و بی‌شائبه‌ی خود راه‌یاری رساندند و سرکار خانم شیوا صداقتی که صفحه‌آرایی کتاب را به عهده داشته‌اند سپاسگزاریم. همچنین از حمایت‌های بی‌دریغ و همفکری جناب آقای محسن پورحسین همکار محترم انتشارات چرتکه در به چاپ رسیدن این کتاب نهایت سپاس و تشکر را داریم.

از خوانندگان گرامی نیز خواهشمندیم ما را از دیدگاه‌های ارزشمند خود بهره‌مند ساخته و هر گونه نظر و پیشنهاد خود را به آدرس اینترنتی bazmi@ae.sharif.ir اعلام فرمایند.

فرشید بزمی