

جلد اول

اصول نگہداری ہلیپکوپتر (JEPPESSEN)

مترجمان:

احمد میر ہاشمی

(کارشناس ارشد مہندسی ہوافضا، دانشگاه صنعتی شریف)

سید محمد حسینی زاده

(کارشناس ارشد مہندسی ہوافضا، دانشگاه صنعتی شریف)

سرشناسه : شیفر، جو، ۱۹۳۷ - م.

Schafer, Joe

عنوان و نام پدیدآور : اصول نگهداری هلیکوپتر (Jeppesen) / [جوی اسکافر] ؛ مترجمان

احمد میرهاشمی، سیدمحمد حسینی‌زاده؛ [به سفارش] شرکت

پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها).

مشخصات نشر : تهران : چرتکه، ۱۳۹۱.

مشخصات ظاهری : ج ۲: مصور، جدول، نمودار.
شابک : دوره: ۲- ۱۱- ۹۷۸-۶۰۰-۶۸۷۷-۰۸-۲ : ج ۱: ۲- ۰۸- ۹۷۸-۶۰۰-۶۸۷۷-۰۸-۲

ج ۲: ۹- ۰۹- ۹۷۸-۶۰۰-۶۸۷۷-۰۸-۲

وضعیت فهرست نویسی : فیبا

یادداشت : عنوان اصلی: Helicopter maintenance, ۱۹۸۰.

یادداشت : ج ۲: (چاپ اول: ۱۳۹۱) (فیبا).

یادداشت : واژه‌نامه.

موضوع : هلیکوپترها -- نگهداری و تعمیر

شناسه افزوده : حسینی‌زاده، سیدمحمد، ۱۳۶۲ - مترجم

شناسه افزوده : میرهاشمی، احمد، ۱۳۶۶ - مترجم

شناسه افزوده : شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران

رده بندی کنگره : ۱۳۹۱ الف ۹ش/ TLV۱۶

رده بندی دیویی : ۶۳۹/۱۳۴۶

شماره کتابشناسی ملی : ۲۰۳۲۰۰۶



انتشارات چرتکه

نام کتاب : اصول نگهداری هلیکوپتر (Jeppesen) / جلد اول

ناشر : انتشارات چرتکه

مترجمین : احمد میرهاشمی - سید محمد حسینی‌زاده

صفحه‌آرایی : هفت‌رنگ گرافیک (ندا نعمت‌زاد)

لیتوگرافی : رایید گرافیک

نوبت چاپ : اول - زمستان ۱۳۹۱

چاپ : جام طلایی

صحافی : کیمیا

ناظر فنی چاپ : محسن پورحسین

تیراژ : ۵۰۰ جلد

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۶۸۷۷-۰۸-۲

به سفارش شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها)

www.chortkehbooks.com

مراکز پخش:

۱- تهران. میدان انقلاب، ابتدای جلال‌زاده 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 مترجمان
۱۵	مقدمه مؤلف

فصل اول

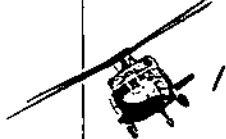
۱۹	بالگردهای مورد استفاده امروزی
۱۹	مقدمه
۲۰	الف - بالگردهای Bell
۲۰	۱- بالگرد Bell 47
۲۴	۲- بالگرد Bell 204
۲۵	۳- بالگرد Bell 205
۲۶	۴- بالگرد Bell 206
۲۸	۵- بالگرد Bell 212
۲۹	۶- بالگرد Bell 222
۳۱	۷- بالگرد Bell 412
۳۲	۸- بالگرد Bell 214ST
۳۳	ب- بالگردهای Hiller
۳۳	۱- بالگرد Hiller UH-12



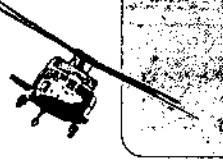
۳۵	۲- بالگرد Hiller FH-1100
۳۷	ج- بالگردهای Hughes
۳۷	۱- بالگرد Hughes HU-269
۳۹	۲- بالگرد Hughes 369 (سری 500)
۴۲	د- بالگردهای Sikorsky
۴۲	۱- بالگرد Sikorsky S55
۴۴	۲- بالگرد Sikorsky S58
۴۷	۳- بالگرد Sikorsky S61
۴۸	۴- بالگرد Sikorsky S64
۴۹	۵- بالگرد Sikorsky S76
۵۰	ه- بالگردهای Brantly Hynes
۵۰	۱- بالگرد Brantly B-2 و 305
۵۱	و- بالگردهای Enstrom
۵۱	۱- بالگرد Enstrom F-28 و 280C
۵۳	ز- بالگردهای Vertol
۵۳	۱- بالگرد Vertol 107
۵۴	۲- بالگرد Boeing vertol 234
۵۵	ح- بالگردهای Robinson
۵۵	۱- بالگرد Robinson R22
۵۶	ط- بالگردهای وارداتی
۵۶	۱- بالگردهای Messerschmitt-Boelkow
۵۸	۲- بالگرد Aeropatiale

فصل دوم

۶۵	اصول پرواز
۶۵	مقدمه
۶۵	الف - اصول آیرودینامیکی
۶۷	۱- باد نسبی
۶۸	۲- زاویه گام



۶۸	۳- زاویه حمله
۶۹	۴- برآ
۷۰	۵- پسا
۷۰	۶- مرکز فشار
۷۰	۷- واماندگی پره
۷۱	ب- عوامل موثر بر برآ
۷۲	ج- نیروهای وارد بر روتور
۷۵	د- نیروی جلوبرنده
۷۶	۱- گام کلکتیو
۷۷	۲- تقدم جابرویی
۷۸	۳- گشتاور
۷۹	۴- پیچش پره
۸۰	ه- عدم تقارن برآ
۸۰	۱- لولای فلپ
۸۱	۲- سیستم الاکنگی
۸۱	۳- اثر کوریولیس
۸۲	۴- لولای پسا یا لولای پیشروی - پسروی
۸۲	۵- روتور زیر آویز
۸۳	و- سرهای روتور
۸۳	۱- روتور سخت
۸۴	۲- روتور نیمه سخت
۸۵	۳- روتور کاملاً مفصلی
۸۵	ز- مزیت‌های نسبی سیستم‌های روتور
۸۶	ح- ویژگی‌های آیرودینامیکی
۸۶	۱- تمایل به جابه‌جایی
۸۷	۲- اثر زمین
۸۷	۳- برآی جابه‌جایی
۸۹	ط- واماندگی نوک پره
۹۱	ی- چرخش خودکار
۹۳	ک- تشدید زمین



۹۴	ل - پایداری
۹۴	۱ - پایداری استاتیک
۹۴	۲ - پایداری دینامیکی
۹۵	۳ - عوامل ناپایداری
۹۵	۴ - روش Bell
۹۶	۵ - لولای افست
۹۷	م - کنترل پرواز
۹۷	۱ - کلکیو
۹۸	۲ - پدال‌های ضد گشتاور
۱۰۰	۳ - کنترل سایکلینگ

فصل سوم

۱۰۳	مستندسازی، انتشارات و ثبت‌های تاریخی
۱۰۳	مقدمه
۱۰۳	الف - انتشارات FAA
۱۰۳	۱ - مقررات هوای فدرال (FAR)
۱۰۴	۲ - برگه‌های اطلاعات گواهی نامه مدل
۱۰۴	۳ - دستورالعمل‌های قابلیت پرواز و مجوزها
۱۰۵	۴ - ثبت
۱۰۵	ب - بایگانی تعمیرات
۱۰۵	۱ - زمان‌بندی بازنشستگی
۱۱۳	۲ - بایگانی‌های تعمیر اساسی یا بازرسی اصلی
۱۱۳	۳ - دفترچه مسافرتی ثبت وقایع
۱۱۴	ج - انتشارات سازنده
۱۱۴	۱ - نظام‌نامه کاربر
۱۱۵	۲ - نظام‌نامه تعمیراتی
۱۱۸	۳ - نمایش قطعات تفکیک شده (IPB)
۱۲۷	۴ - خبرنامه‌های خدماتی
۱۲۹	د - مجوزهای نوع الحاقی

فصل چهارم

اصول بالگرد

مقدمه

الف - جهت های اولیه

۱ - چپ و راست موتور

۲ - کدهای رنگی

۳ - جابه جایی زمینی

۴ - لنگر انداختن

۵ - محافظت

۶ - بلند کردن و تراز کردن

۷ - ابزار مخصوص و سخت افزار

ب - یاتاقان ها

۱ - بلبرینگ ها

۲ - یاتاقان های غلتکی

۳ - یاتاقان های کروی

۴ - نگهداری از یاتاقان

۵ - نصب

۶ - یاتاقان های الاستومتریک

ج - چرخ دنده ها

۱ - الگو و لقی (Lash and pattern)

فصل پنجم

سیستم روتور اصلی

مقدمه

الف - سرهای روتور

ب - سرهای روتور نیمه سخت

۱ - بالگرد Bell 47

۲ - بالگرد Bell 206



۸۵	ج - سرهای کاملاً مفصلی
۸۵	۱ - بالگرد S-58
۹۰	۲ - بالگرد Hughes 500C
۹۷	۳ - بالگرد Hughes 500D
۹۷	۴ - بالگرد S-76
۹۹	۵ - بالگرد Astar 350
۲۰۲	۶ - بالگرد B0105
۲۰۳	۷ - بالگرد Bell 412
۲۰۵	د - پره‌های روتور
۲۰۵	۱ - پره‌های روتور چوبی
۲۰۸	۲ - پره‌های روتور فلزی
۲۱۴	۳ - پره‌های فایبرگلاس یا کامپوزیت
۲۱۷	ه - تعمیرات سر روتور
۲۶	۱ - تنظیم پره
۲۳	۲ - تعادل استاتیکی روتور اصلی
۴۳	۳ - ارتعاش
۴۸	۴ - ردیابی
۶۳	۵ - تعادل دینامیکی طولی روتور اصلی
۶۴	۶ - سویچ پره
۶۷	۷ - تعادل الکترونیکی
۷۸	۸ - تعمیرات مستهلک‌کننده
۸۶	۹ - تنظیم وزنه تعادل
۸۸	۱۰ - تنظیمات چرخش خودکار
۹۳	واژه‌یاب

به نام خداوندی که در کتاب آسمانیش به قلم سوگند
باد کرد؛

علمی که تو را گره گشاید بطلب
زان پیش که از تو جان برآید بطلب
آن نیست که هست می نماید بگذار
آن هست که نیست می نماید بطلب

تقدیم به استان اتمه اطهار که هر کلامی در راه کسب
علم و دانش می آموزیم همه از برکت وجود ایشان است.

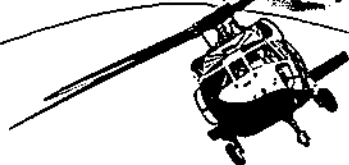
9

قدردانی از پدر و مادر عزیزم ...
آنان که چون کوهی استوار، پشتیبانی بزرگ برایم بودند.

احمد میرهاشمی

Mirhashemi@ae.sharif.ir





پیشگفتار مترجمان

از این که اولین گام برای یادگیری و درک اصول نگهداری بالگرد را برداشته‌اید به شما تبریک می‌گوییم. مطالعه و درک مفاهیم ارائه شده، به درستی فرد را برای تبدیل شدن به یک تکنسین زبده جهت نگهداری بالگرد مهیا می‌کند. این کتاب با موضوع اصول نگهداری بالگرد، بخشی از واحدهای آموزشی و انتشاراتی مرجع تولیدی توسط شرکت Jeppesen Sandersen، یکی از بزرگترین تامین کننده منابع آموزش نگهداری هوانوردی در سطح جهان است. این کتاب بخشی از برنامه بهبود کیفیت آموزش برای تکنسین‌های هوانوردی در سرتاسر جهان است.

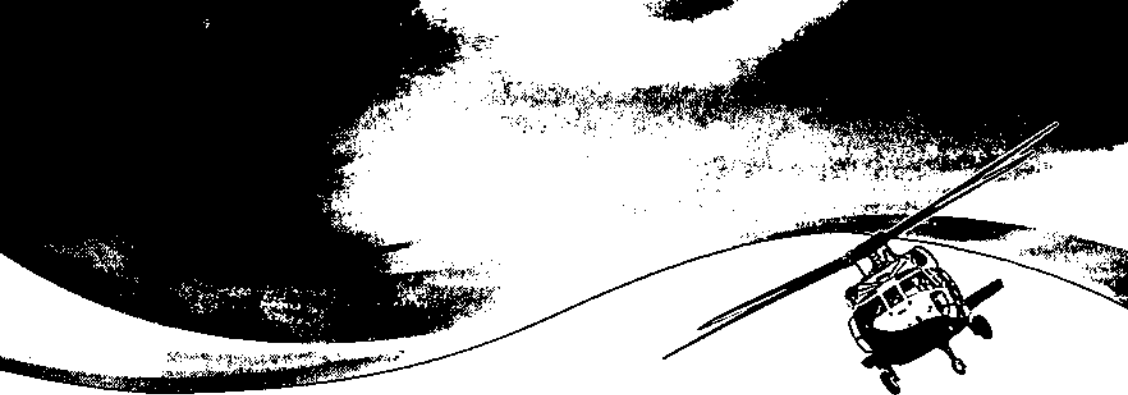
کتاب حاضر به منظور ایجاد اطلاعات اساسی در مورد قواعد، اصول و روش‌های فنی در حوزه موضوعات ارائه شده که در هر دو طبقه مجموعه موتور و بدنه مشترک است، ترجمه شده است. در این نسخه تأکید روی نظریه و روش‌های کاربردی است. مطالب تخصصی ارائه شده جامع است و نباید به عنوان دستورالعمل روی یک بالگرد خاص اجرا شود. در هر مورد با استناد به دستورالعمل‌های صادر شده توسط سازنده مراجعه و طبق آن عمل شود. محتوای این کتاب بر پایه نظریه آموزش «مطالعه و مرور» است یعنی جزئیات مطالب به روش غیر پیچیده ارائه شده است و دارای ویژگی‌های طراحی است که شما را در زمینه تلاش‌های خارج درسی یاری می‌کند. این کتاب برای دانشجویانی است که با حدی با اصول اولیه نگهداری، اصطلاحات و قطعات آشنایی دارند. لذا مطالعه آن برای دانشجویان مبتدی توصیه نمی‌شود.

در اینجا لازم می‌دانیم از جناب آقایان دکتر محمد احمدآبادی مدیرعامل محترم شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران، مهندس سید محمد رضا طباطبایی و مهندس جعفر حمداللهی از مدیریت تعمیر و نگهداری که با راهنمایی‌های ارزشمند و بی‌شائبه‌ی خود ما را یاری رساندند، سپاسگزاری نماییم. 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.

سید محمد حسینی‌زاده

احمد میرهاشمی

پاییز ۱۳۹۱



مقدمه مؤلف

نظریه بالگرد برای صدها سال به عنوان یک رویا مطرح بود. اولین تصاویر ضبط شده از چنین ماشینی توسط لئوناردو داوینچی در سال ۱۴۸۳ میلادی ایجاد شده بود. این دستگاه یک پیچ هوایی بود که تصور می‌شد به طور عمودی قادر به حرکت در داخل هوا با یک روتور ۹۶ فوتی مارپیچ است. از این ترسیم بود که نام هلی کوپتر استخراج شد، که نام از دو کلمه یونانی heliko و pleron به معنی بال مارپیچ گرفته می‌شد.

تا نیمه دوم قرن هجدهم بود که هر گونه توسعه بیشتر با بالگردها حاصل شد. در آن زمان علاقه و اشتیاق در فرانسه و انگلستان گسترش یافت. شخصی به نام Jean Pierre Blanchard یک بالگرد مدل برای آکادمی فرانسه به پرواز درآورد و Sir George Caley چندین طرح بالگرد را در حالی که به اطلاعات اولیه اصول پرواز کمک می‌کرد ترسیم نمود.

در تمام قرن نوزدهم، با اختراع موتور احتراق داخلی، افراد از تمامی ملل مسئله پرواز را تعقیب می‌کردند. با وجود تلاش‌های این مبتکران، هیچ پیشرفت مهم حقیقی در پرواز صورت نگرفت. در نیمه دوم قرن نوزدهم و آغاز قرن بیستم تمام تأکیدها بروی توان‌دهی به کلاسرها معطوف شد. توماس ادیسون شرایطی را برای هواپیمای بال گردان جمع کرد و بیان کرد که محدودیت ذاتی در توسعه بالگرد، فقدان یک موتور سبک در آن زمان بود، نقصی که تا حدی نسبت به نظریه بال ثابت کمتر محدود کننده بود.

در ۱۹۰۳ میلادی برادران رایت اولین پرواز انسان با هواپیمای موتوردار را انجام دادند. با این موفقیت، تقریباً تمامی مخترعین از بال متحرک رو به بال ثابت آوردند، به جز اندکی از آنها. این تعداد اندک عیوب مربوط به بال ثابت مانند لزوم باند طولانی و سرعت رو به جلو برای جلوگیری از استال را متوجه شدند.

در سال ۱۹۰۷ Louis Breguet و Richet Professor از فرانسه توانستند ماشینی ۴۵ اسب بخاری با چهار روتور بسازند. این ماشین تا ارتفاع پنج فوتی بالا آمد. با این وجود این پرواز، امتیاز اولین پرواز آزاد را دریافت نکرد زیرا توسط چهار دستیار سر جای خود نگه داشته می‌شد. در عوض



این امتیاز فقط چند هفته بعد به دست مرد فرانسوی دیگری به نام Paul Cornu افتاد. او توانست به ارتفاع ۵ فوتی با مسافر که در زیر آن آویزان بود دست پیدا کند.

در سال ۱۹۱۰ یک طراح روسی جوان به نام Igor Sikorsky یک بالگرد هم محور که با یک موتور ۲۵ اسب بخار توان دهی می شد ساخت. این بالگرد تنها قادر به بالا بردن وزن خود بود. در آن زمان طراح جوان برای سالیان زیادی استعدادش را در زمینه هواپیمای بال ثابت صرف می کرد. تا این که او مجدداً استعدادش را به سمت بالگرد هدایت کرد.

در طی اولین ربع قرن، بعد از اولین پرواز، طراحان از سرتاسر جهان درگیر ساخت هواپیمای بال گردان شدند. هیچ یک از این ها مرحله آزمایشی توسعه را پشت سر نگذاشتند. گرچه تجارب زیادی کسب شد که در پیشرفت آتی یک بالگرد موفق مؤثر بود ولی هنوز مشکلاتی وجود داشت که طراحان با آن مواجه بودند.

این موارد را می توان به سه دسته اصلی تقسیم کرد:

- ۱- گشتاور موتور تمایل به چرخاندن بدنه در خلاف جهت روتور داشت.
 - ۲- جرم گردان روتور متناوب از حرکت تقدیمی جایروسکوپیک بود. (بدین معنی که یک انحراف روتور موجب جابه جایی ۹۰ درجه بعد از محل اعمال نیرو می شد.)
 - ۳- در پرواز افقی نیروی برای تولیدی توسط پره پیشرو بیشتر از نیروی برای پره پسرو بود، که موجب عدم تقارن نیروی برآ می شد که می توانست بالگرد را واژگون کند.
- با وجود این مشکلات طاق فرسای آزمایشات تا دهه ۱۹۲۰ ادامه پیدا کرد. یکی از آزمایش کنندگان Juan de la Cierva بود، شخصی که اولین هواپیمای بال ثابت اسپانیایی را طراحی کرد. بعد از سانحه یکی از طراحی هایش به علت استال، او مابقی عمر خود را به ساخت هواپیمای امن تر، با سرعت پایین اختصاص داد تا برای فرود امن به سرعت رو به جلو وابسته نباشد. برای دستیابی به این هدف، او هواپیمایی طراحی کرد که بال های آن می توانستند حول یک محور عمودی آزادانه بچرخند و به بال ها سرعت دلخواه شان را می داد. اختراع Cierva از یک هواپیمای مرسوم برای تولید تراست رو به جلو از بال های چرخان آزاد جهت تولید برآ بهره می گرفت. به این چرخش توسط باد wind-milling، چرخش خودکار Auto-rotation گفته می شود. بنابراین autogyro نام خود را از آن گرفت.

اولین مدل ساخته شده توسط Cierva دو روتور خلاف گرد داشت. او امید داشت که اثرات جایروسکوپیک از بین برود و اختلاف برآ خنثی شود. با این وجود شرایط جریان نابرابر دو روتور، یک آرایش را ناکارآمد کرد.

Cierva بعدها تصمیم به ساخت سیستم روتور منفرد با وجود مشکلات موجود گرفت. اولین دو تلاش وی با سیستم روتور منفرد به خرابی منتهی شد. با این وجود تلاش بعدی کاملاً یک طراحی جدید بود که مشکل autogyro را حل کرد و راه رسیدن به بالگرد را پیمود. پره های این سیستم روتور جدید طوری لولا شده بودند که می توانستند طی پرواز آزادانه بالا و پایین بروند. لولای فلپ به



پره ها اجازه جبران هرگونه تغییر سرعت و برآ را می داد. علاوه بر لولای فلپ، Flapping hinge، Cierva یک لولای پیشروی-پسروی Lead-Lag hinge را نیز مطرح کرد. این کار آن را قادر ساخت تا بدون قدرت (چرخش خودکار) و تغییر گام مضاعف به روتور فرود آید. در سال ۱۹۶۳ در زمان مرگ cierva، autogyro به خوبی جا افتاده بود و در چندین کشور مانند انگلستان، فرانسه، ایتالیا و ایالات متحده در حال ساخت بود. با این وجود هنوز بالگرد از موفقیت خیلی دور به نظر می رسید. در سال ۱۹۳۷ Focke-Achgelis FW-61 توسط Hannga Reitsch، اولین خلبان بالگرد زن، داخل Deutschland Halle در برلین در جلوی انبوهی از حضار به نمایش درآمد. در فضای ۱۰۰ در ۲۵۰ فوتی او پرواز درجا را انجام داد و به جلو و عقب حرکت کرد و دور ۳۶۰ درجه زد. این بالگرد بعدها تمام رکوردهای موجود را شکست و به از بین بردن هرگونه شک در مورد آینده بالگرد کمک کرد.

Anto Flettner دیگر طراح بالگرد آلمانی سیستم پره synchro-rotor را اختراع کرد که روتورهای دو پره ای خلاف گرد کنار به کنار سوار می شدند، طوری که از داخل با یکدیگر درگیر می شدند. در سال ۱۹۴۱ مدل بعدی بالگرد Flettner جهت محافظت کاروان دریایی آلمان از زیردریایی های دشمن در خط تولید قرار گرفت. اگر به خاطر جنگ جهانی دوم نبود این بالگرد بدون شک یک رکورد جهانی جدید ثبت می کرد.

در سال ۱۹۴۰، سی سال بعد از اولین تلاش غیر موفق، Igor sikorsky مجدداً وارد میدان توسعه بالگرد با VS-300 شد، که در ماه می ۱۹۴۱ رکورد مداومت پرواز بالگرد در سطح جهان را که تا آن زمان در دست FW-61 بود شکست. در سال ۱۹۴۲ Sikorsky شروع به تولید 4B کرد که بیشتر از ۴۰۰ مورد آن برای نیروی نظامی، دریایی، گارد ساحلی آمریکا و بریتانیا تولید شد.

متعاقب این تولید، اسامی دیگری در میدان بالگرد شامل Bell، Hiller و Piasecki ظاهر شد. نسل جدیدی از هواپیمای بال گردان تکامل یافت و بازاری برای چنین هواپیمایی ظاهر شد. این بالگردها اولین نسل بالگرد را شکل دادند. اکثر این بالگردها با یک سیستم روتور اصلی و یک روتور ضدگشتاور که نتیجه آزمایشات sikorsky بود ساخته شدند. گرچه این بالگردها فاقد خصوصیات مطلوبی همچون قابلیت اعتماد و تعمیرپذیری بودند ولی تقاضا برای آنها ادامه یافت. در دهه بعدی پیشرفت پایداری از طراحی اولیه تا زمانی که بالگرد به احترام دست یافت دامه داشت. وضعی که همچنان ادامه یافت، فقدان یک مجموعه موتور بود که برای بالگرد طراحی شده باشد. از آنجایی که تعداد کمی از بالگردها ساخته شدند، هیچ توجه اقتصادی برای ساخت موتور ویژه بالگرد وجود نداشت. مجموعه موتورهایی که برای بالگردها استفاده می شدند، نسخه های اصلاح شده موتور هواپیماهای موجود بودند. در این زمان نیروهای نظامی علاقه شدیدی جهت توسعه بالگرد ایجاد کردند. که این مسئله منجر به توسعه یک مجموعه موتور توربینی شد که مخصوص بالگرد طراحی شده بود.

این مزیت تقریباً نسل جدیدی از بالگردها را برای جا دادن چنین موتوهایی به همراه آورد. نسل دوم توانایی ها و قابلیت اعتماد را افزایش داد و نگهداری آن بهتر نمود. آنها همچنین راهی برای



همکاری بازار حمل و نقل باز کردند.

امروزه با نسل سوم بالگردها، شاهد ناوگان غیرنظامی که سه برابر ناوگان حمل و نقل هواپیمایی آمریکا است هستیم. دو نسل بالگردها با سومی ترکیب شده تا کار را در تمام فازهای صنعت آسان تر، سریع تر و اقتصادی تر از هر روش دیگر به انجام رساند. این منظر از صنعت هوانوردی با سرعت بی سابقه ای بدون هیچ محدودیتی در حال رشد است و این روند نیز در آینده قابل پیش بینی است.