

## نحوه طراحی و ساخت موتورهای موشک سوخت مایع

نویسندگان: فرهاد فؤادی شلمانی - سید یونس حسینی

سرشناسه: فؤادی شلمانی، فرهاد ۱۳۵۲

عنوان و نام نویسندهگان: نحوه طراحی و ساخت موتورهای موشک سوخت مایع / فؤادی شلمانی، فرهاد ۱۳۵۲.

حسینی، سیدیونس ۱۳۶۷

ویراستار: جودی، توحید

وضعیت ویراست: اول

مشخصات نشر: تهران: قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص)، ۱۳۹۳

مشخصات ظاهری: ۱۱۶ صفحه، مصور، نمودار، جدول

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۹۸۰-۲۳-۰۰

قیمت: ۱۲۰۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا

عنوان اصلی:

### نحوه طراحی و ساخت موتورهای موشک سوخت مایع

موضوع: موشک‌ها، سوخت مایع

موضوع: موشک، سوخت مایع -- طرح و ساختمان

موضوع: موشک‌ها، موتورها

شناسه افزوده: حسینی، س. یونس ۱۳۶۷

شناسه افزوده: جودی، توحید

شناسه افزوده: تهران: ارتش، قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص)

رده‌بندی کنگره: ۹۷۸-۶۰۰-۸۹۸۰-۲۳-۰۰

رده‌بندی دیویی: ۶۲۹/۴۷۵۲۲

شماره کتابشناسی ملی: ۵۳۲۰۳۹۰



عنوان: نحوه طراحی و ساخت موتورهای موشک سوخت مایع

نویسندهگان: فرهاد فؤادی شلمانی - سیدیونس حسینی

ویراستار: توحید جودی

طراح جلد و صفحه‌آرا: محمد حسین ایمانی

ناظر نشر: سید محمد رضا عمادی سرخی

مدیر برنامه‌ریزی: ابوالفضل توکلی

ناشر: قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص) آجا

چاپ و صحافی: مرکز مطالعات راهبردی ق پ ه خ (ص) آجا

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۹۸۰-۲۳-۰۰

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

چاپ اول: ۱۳۹۷

قیمت: ۱۲۰۰۰۰ ریال

نشانی: تهران، بزرگراه بسیج، بلوار هجرت، ستاد قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص) آجا

تلفن: ۰۲۱)۳۳۲۴۰۴۶۸ (دورنگار: ۰۲۱)۳۳۲۴۰۴۶۹

\* کلبه حقوق این اثر به انتشارات قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص) آجا تعلق دارد \*

علوم و صنایع هوایی و فضایی علاوه بر نقش حساسی که از نظر امنیتی و استراتژیک در سرنوشت هر کشوری ایفا می‌کند، امروزه یکی از شاخص‌های اصلی ارزیابی سطح علمی و فن‌آوری یک جامعه در تمامی زمینه‌های آموزشی، تحقیقاتی و صنعتی است. با شروع قرن بیست و یکم، صنایع هوایی اولین سده عمر خود را پشت سر می‌گذارد و صنایع فضایی و موشکی تقریباً پنجاه سال دوم خود را آغاز می‌کند. فرود آمدن بر روی سیارات دیگر، حمل بارهای چند صد تنی به مدارهای اطراف زمین، به دست آوردن سرعت‌های چندین برابر صوت در اتمسفر و سیر در فضای لایتناهی، همه و همه دیگر آرزو و افسانه به حساب نمی‌آیند و باید قبول کرد که راه طی شده به رغم مدت‌زمان کوتاه خود، دارای نتایجی تحسین‌برانگیز برای تمامی جامعه بشری است. در این بابان‌نامه به بررسی موتور راکت سوخت مایع و چگونگی طراحی اجزاء آن از جمله محفظه احتراق، نازل، انژکتور و سیستم خنک کاری پرداخته می‌شود و پارامترهای مؤثر بر طراحی به صورت شامل مورد بررسی قرار می‌گیرد. از آنجاکه معادلات حاکم بر طراحی نقش اساسی را ایفا می‌کند سعی شده با یک سری معادلات نسبتاً ساده و استفاده از جداول موجود نقش معادلات طراحی را تا حد امکان روشن سازیم. پایان‌بخش این پروژه تحلیل شعله درون محفظه احتراق موتور راکت است که به کمک نرم افزار فلونت<sup>۱</sup> صورت گرفته است.

<sup>۱</sup>. fluent

## فهرست مطالب

|    |                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------|
| ۳  | فصل ۱: اساس کار موتورهای موشک سوخت مایع.....                |
| ۵  | ۱-۱- مقدمه.....                                             |
| ۵  | ۱-۲- اساس کار موتورهای موشک سوخت مایع.....                  |
| ۱۱ | فصل ۲: اجزای تشکیل دهنده موتور موشک سوخت مایع.....          |
| ۱۳ | ۲-۱- نازل.....                                              |
| ۱۳ | ۲-۱-۱- مشخصه‌های هندسی.....                                 |
| ۱۵ | ۲-۱-۲- انبساط گاز در نازل.....                              |
| ۱۸ | ۲-۱-۳- ویژگی‌های نازل مافوق صوت و رژیم کاری آن.....         |
| ۲۳ | ۲-۲- محفظه‌ی احتراق.....                                    |
| ۲۶ | ۲-۲-۱- انژکتورها.....                                       |
| ۲۹ | فصل ۳: معادلات، روابط، اکم و نمونه‌ای از محاسبات طراحی..... |
| ۳۱ | ۳-۱- پارامترهای اولیه معادلات طراحی.....                    |
| ۳۱ | ۳-۲- معادلات حاکم بر نازل.....                              |
| ۳۳ | ۳-۳- محفظه‌ی احتراق.....                                    |
| ۳۳ | ۳-۳-۱- معادلات حاکم بر محفظه‌ی احتراق.....                  |
| ۳۴ | ۳-۳-۲- ضخامت محفظه احتراق.....                              |
| ۳۵ | ۳-۳-۳- خنک کاری محفظه احتراق.....                           |
| ۳۵ | ۳-۴-۱- خنک کاری محفظه احتراق موتورهای موشک مایع.....        |
| ۳۶ | ۳-۴-۲- خنک کاری محفظه‌ی احتراق موتورهای موشک جامد.....      |
| ۴۰ | ۳-۵- انتقال حرارت.....                                      |
| ۴۰ | ۳-۵-۱- انتقال حرارت در موتورهای موشک ساده.....              |
| ۴۱ | ۳-۵-۲- انتقال حرارت موتورهای موشک پیچیده.....               |
| ۴۳ | ۳-۶- نمونه‌ای از محاسبات طراحی.....                         |
| ۴۹ | فصل ۴: ساخت موتور موشک سوخت مایع.....                       |
| ۵۱ | ۴-۱- مواد.....                                              |
| ۵۲ | ۴-۲- فرآیند ساخت.....                                       |
| ۵۴ | ۴-۳- آزمایش هیدرو استاتیک.....                              |

فصل ۵: تجهیزات آزمایشگاهی، جایگاه آزمایش و کالیبراسیون دستگاه ..... ۵۷

- ۵-۱- انتخاب پیش‌رانه ..... ۵۹
- ۵-۲- تجهیزات آزمایشگاهی ..... ۶۳
- ۵-۲-۱- اجزای سیستم تزریق ..... ۶۳
- ۵-۲-۲- فیلتر سوخت ..... ۶۹
- ۵-۲-۳- پلمبینگ ..... ۷۰
- ۵-۲-۴- تنظیم‌کننده‌ها ..... ۷۱
- ۵-۲-۵- شیرهای کنترل سوخت جامد ..... ۷۲
- ۵-۳- سیستم تزریق بدون توربو پمپ ..... ۷۲
- ۵-۴- جایگاه آزمایش ..... ۷۵
- ۵-۵- نحوه عملکرد سیستم جرقه‌زنی ..... ۷۸
- ۵-۶- چک کردن سیرره کردن دستگاه ..... ۸۲
- ۵-۶-۱- تست نشست ..... ۸۲
- ۵-۶-۲- کالیبره کردن سیر باز ..... ۸۳
- ۵-۶-۳- چک نهایی جایگاه آزمایش ..... ۸۴
- ۵-۷- ایمنی ..... ۸۴

فصل ۶: تحلیل شعله درون محفظه احتراق به کمک نرم‌افزار فلوئنت ..... ۸۷

- ۶-۱- مقدمه ..... ۸۹
- ۶-۲- مراحل حل مسئله ..... ۹۰
- ۶-۱-۲- تولید شکل (هندسه مسئله) ..... ۹۰
- ۶-۲-۲- شبیه‌سازی احتراق سوخت و هوا به کمک پیش‌پردازنده پری پی. دی. اف ..... ۹۲
- ۶-۲-۳- انتقال شبکه تولیدشده و پیش‌پردازنده پری پی. دی. اف به ماسر ..... ۹۲
- ۶-۲-۴- انتخاب شیوه محاسباتی و فرمول‌بندی حل ..... ۹۲
- ۶-۲-۵- تعیین خواص ..... ۹۳
- ۶-۲-۶- شرایط مرزی ..... ۹۴
- ۶-۲-۷- نتایج ..... ۹۷
- ۶-۲-۸- کانتورهای فشار استاتیک ..... ۹۸
- منابع: ..... ۱۰۹