

اصول طراحی موتور

و

پیشرانش فضایی پیشرفته

نگارنده

دکتر فتح الله امی

دانشیار دانشگاه تربیت مدرس

و

رئیس پژوهشگاه هوا فضایی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

۱۳۹۶

انتشارات دانشگاه تربیت مدرس



سرشناسه: امی، فتح‌الله، ۱۳۳۱
عنوان و نام پدیدآور: اصول طراحی موتور و پیش‌رانش فضایی پیشرفته/نگارنده فتح‌الله امی.
مشخصات نشر: تهران: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۹۶.

مشخصات ظاهری: ۶۷۷ص.
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۵۸۹-۴۳-۴

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا
یادداشت: کتابنامه: ص. ۶۴۷-۶۵۵
یادداشت: نمایه.

موضوع: موتور جت -- طرح و ساختمان
موضوع: Jet engines -- Design and construction

موضوع: صنایع هوافضا
موضوع: Aerospace industries

موضوع: موشک‌های سوخت مایع -- طرح و ساختمان
موضوع: Liquid propellant rockets -- Design and construction

شماره افزوده: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس
Tarbiat Modares University. TMU Press: ۱۳۹۶

رده‌بندی: کنگره: ۱۳۹۶ الف ۶ / TLV۰۹

کتابشناسی دیویی: ۶۲۱/۴۳۵۲

شماره کتابشناسی ملی: ۴۷۲۹۲۹۸

اصول طراحی موتور و پیش‌رانش فضایی پیشرفته

نگارنده: فتح‌الله امی

ویراستار ادبی و فنی: مریم برنجی

طراح جلد: ...

ناشر: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس

شماره انتشار: ۲۱۵

شماره پیاپی: ۲۵۸

تاریخ انتشار: ۱۳۹۶

شمارگان: ۱۰۰۰

ISBN: 978-600-7589-43-4

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۵۸۹-۴۳-۴

نوبت چاپ: اول

کارشناس اجرایی: مریم برنجی

ناظر چاپ: مصطفی جانجانی

چاپ و صحافی: شمس

لیتوگرافی: ایران گرافیک

مرکز پخش: تقاطع بزرگراه‌های آل‌احمد و دکتر چمران،

انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، صندوق پستی: ۱۴۱۱۵-۳۱۸

دورنگار: ۸۲۸۸۳۰۳۲

تلفن: ۸۲۸۸۳۰۳۲

بها: ۴۵۰۰۰۰ ریال

صحت مطالب کتاب بر عهده نگارنده است.

فهرست

ک	.....	سرآغاز
م	.....	پیشگفتار نگارنده

۱- تاریخ طراحی اولین دستور و استانداردهای فضایی

۱	.....	۱-۱ مقدمه
۱	.....	۱-۱-۱ تعاریف
۳	.....	۲-۱ تاریخچه
۱۷	.....	۳-۱ اصول پرواز در فضا
۶	.....	تمرین فصل اول
۹	.....	پیوست فصل اول

۲- آشنایی با اتمسفر و فضا

۱۳	.....	۱-۲ مقدمه
۱۵	.....	۲-۲ تعریف ارتفاع
۱۷	.....	۳-۲ مشخصات اتمسفر استاندارد
۲۵	.....	۴-۲ استاندارد بین‌المللی جو
۲۶	.....	۵-۲ مشخصات لایه‌های اتمسفر در پرواز هواپیما
۳۰	.....	۶-۲ آشنایی با فضا
۳۲	.....	تمرین فصل دوم

پیوست فصل دوم ۳۳

۳- موتورهای عکس‌العملی

۱-۳ مقدمه	۳۷
۲-۳ مفاهیم اساسی	۳۹
۱-۲-۳ تراست و سیال عامل	۳۹
۲-۲-۳ موتورهای عکس‌العملی مستقیم و غیرمستقیم	۴۱
۳-۳ رتو، های عکس‌العملی موشکی	۴۲
۴-۳ محدوده عملکرد موتورهای عکس‌العملی	۴۳
۵-۳ انواع موتورهای عکس‌العملی	۴۴
۶-۳ انواع موتور موشک‌ها، موتور سوخت شیمیایی	۴۶
۷-۳ موتورهای گاز، ترینی، ترپوفن و توربوشافت	۴۸
۸-۳ شکل و پارامترهای اصلی، موتور ای توربوفن و توربوشافت	۴۹
۹-۳ موتور توربوپراپ	۵۳
تمرین فصل سوم	۵۶
پیوست فصل سوم	۵۶

۴- موتورهای عکس‌العملی با سوخت مایع

۱-۴ مقدمه	۶۱
۲-۴ موتورهای عکس‌العملی موشکی با سوخت مایع	۶۲
۳-۴ انواع موتور موشک با سوخت مایع	۶۴
۴-۴ عملکرد موتور سوخت مایع	۶۵
۵-۴ تجهیزات موتور سوخت مایع	۶۸
۶-۴ دیاگرام دستگاه موتور سوخت مایع	۶۸
۷-۴ مقایسه موتور سوخت مایع با موتور سوخت جامد	۷۳
۸-۴ موتورهای تلفیقی	۷۵

۷۶	تمرین فصل چهارم
۷۶	پیوست فصل چهارم
۵- مشخصات اصلی موتور سوخت مایع	
۸۱	۱-۵ مقدمه
۸۱	۲-۵ تراست
۸۳	۱-۲-۵ اثبات رابطه تراست با استفاده از تئوری ضربه
۸۵	۱-۲-۵ تئوری ضربه
۸۹	۲-۱-۵ ضربه تراست
۹۰	۳-۲-۵ تراست ویژه
۹۰	۴-۲-۵ تراست اضافی
۹۱	۳-۵ ضربه مخصوص
۹۴	۴-۵ جرم مخصوص موتور
۹۶	۵-۵ سرعت نهایی موشک (V_k)
۹۹	۶-۵ ضریب کیفیت سازه موشک (q_k)
۱۰۱	۷-۵ مشخصات ارتفاعی موتور
۱۰۳	۸-۵ مشخصات تنظیمی
۱۰۳	۹-۵ برد
۱۰۵	تمرین فصل پنجم
۱۰۵	پیوست فصل پنجم
۶- اصول محاسبات ترمودینامیکی - گاز دینامیکی موتور سوخت مایع	
۱۰۹	۱-۶ مقدمه
۱۱۱	۲-۶ یادآوری مفاهیم و قوانین مخلوط گازها
۱۱۱	۱-۲-۶ روابط مخلوط گازها
۱۱۲	۲-۲-۶ قانون دالتون
۱۱۳	۳-۲-۶ معادله گازهای کامل

۱۱۶	۴-۲-۶ مشخصه‌های گاز کامل
۱۱۸	۳-۶ تعادل، انجماد، تجزیه و ترکیب مجدد در احتراق موتور سوخت مایع
۱۱۹	۴-۶ روابط ترمودینامیکی سیال عامل در موتور سوخت مایع
۱۲۳	۵-۶ تعیین خصوصیات محصولات احتراق
۱۲۳	۱-۵-۶ سیستم گازهای همگن
۱۳۰	۲-۵-۶ روابط خواص محصولات احتراق با گازهای غیر همگن
۱۳۲	۶-۶ حالات سیال عامل
۱۳۵	۶-۶ تبای و اتلاف انرژی در موتور سوخت مایع
۱۳۶	۸-۶ معادله بقای انرژی در فرایند موتور سوخت مایع
۱۴۰	۹-۶ شکل مدل‌های معادله بقای انرژی در موتور سوخت مایع
۱۴۱	۱۰-۶ معادله فرایند ترمودینامیکی محصولات احتراق
۱۴۴	۱۱-۶ معادله پیوستگی یا بقای جرم محصولات احتراق
۱۴۵	۱۲-۶ معادله بقای مومنت سیال عامل
۱۴۶	۱۳-۶ معادلات دینامیک گاز در نازل سمند - واگرا
۱۴۹	۱۴-۶ معادلات دینامیک گاز سیال عامل برحسب اهمیت سکون
۱۵۲	۱۵-۶ تبدیل انرژی محصولات احتراق
۱۶۰	۱۶-۶ شکل دهانه خروجی نازل مافوق صوت
۱۶۶	تمرین فصل ششم
۱۶۷	پیوست فصل ششم

۷ - سوخت و احتراق در پشرانش فضایی

۱۷۱	۱-۷ مقدمه
۱۷۲	۲-۷ مشخصات تحول و تولید انرژی در پشرانش
۱۸۰	۳-۷ انواع حالت سوخت در پشرانش
۱۸۵	۴-۷ انواع سوخت مایع
۱۹۰	۵-۷ مشخصه‌های مهم احتراق

۶-۷	مشخصه‌های شیمیایی سوخت.....	۱۹۴
۷-۷	فرایند شیمیایی سوخت.....	۱۹۶
۷-۷-۱	فرایند تجمعی.....	۱۹۷
۷-۸	مشخصات کلی و ضوابط فنی سوخت.....	۱۹۸
۷-۹	تعیین نسبت ترکیبات در احتراق کامل سوخت.....	۲۰۱
۷-۱۰	ضریب افزایش اکسیدکننده.....	۲۰۵
۷-۱۱	رابطه انتخاب سوخت.....	۲۰۶
۷-۱۰	نسببات مشخصات اصلی موتور.....	۲۰۷
	تمرین فصل نهم.....	۲۱۸
	پیوست فصل نهم.....	۲۱۸

۸- اصول طراحی محفظه احتراق موتور سوخت مایع

۱-۸	مقدمه.....	۲۲۱
۲-۸	جایگاه موتور موشک با سوخت مایع در موتورهای عکس‌العملی.....	۲۲۵
۳-۸	محفظه احتراق موتور موشک با سوخت مایع.....	۲۲۶
۴-۸	مشخصه‌های محفظه احتراق.....	۲۲۷
۵-۸	فرایند احتراق در موتور موشک سوخت مایع.....	۲۳۵
۶-۸	فرایند انتشار تبخیر و مخلوط شدن سوخت.....	۲۳۸
۶-۸-۱	فرایند انتشار سوخت.....	۲۳۸
۶-۸-۲	فرایند تبخیر سوخت.....	۲۴۳
۷-۸	اصول طراحی انواع انژکتور.....	۲۴۷
۷-۸-۱	مقایسه انژکتور جریان مستقیم و گریز از مرکز.....	۲۴۹
۸-۸	طراحی و محاسبات انژکتور جریان مستقیم یک‌پایه.....	۲۵۲
۸-۸-۱	طراحی و محاسبات انژکتور جریان مستقیم مایع سوز.....	۲۵۲
۸-۸-۲	طراحی و محاسبات انژکتور جریان مستقیم یک‌پایه گازسوز.....	۲۵۵
۹-۸	انژکتور گریز از مرکز یک‌پایه.....	۲۵۷

۲۵۹	۸-۹-۱ طراحی انژکتور گریز از مرکز یک پایه
۲۷۰	۸-۹-۲ تأثیر ویسکوزیته بر عملکرد انژکتور گریز از مرکز
۲۷۵	۸-۹-۳ تأثیر فاکتورهای مهم در طراحی انژکتور گریز از مرکز یک پایه
۲۷۹	۸-۹-۴ ترتیب محاسبات انژکتور گریز از مرکز یک پایه
۲۸۳	۸-۱۰ انژکتور دویایه
۲۸۶	۸-۱۰-۱ مزایای انژکتورهای دویایه
۲۸۷	۸-۱۱ کنترل کیفیت انژکتور
۲۹۱	۸-۱۱-۱ نحوه انژکتور
۲۹۳	۸-۱۲-۱ شرایط طراحی صفحه انژکتور
۲۹۷	۸-۱۲-۲ انواع صفحه انژکتور
۳۰۰	۸-۱۲-۳ آرایش انژکتور در صفحه انژکتور
۳۰۶	۸-۱۲-۴ نصب انژکتور در صفحه انژکتور
۳۱۰	۸-۱۳ محاسبه مشخصه‌های انرژی در صفحه انژکتور
۳۱۳	۸-۱۳-۱ محاسبه مشخصه‌های انرژی در صفحه انژکتور
۳۲۵	۸-۱۳-۲ تحلیل نتایج محاسبات مشخصه‌های انرژی المان صفحه انژکتور
۳۲۹	۸-۱۴ طراحی صفحه انژکتور
۳۴۰	۸-۱۵ تست صفحه انژکتور
۳۴۵	۸-۱۶ محفظه احتراق
۳۴۵	۸-۱۶-۱ انواع محفظه احتراق
۳۴۹	۸-۱۶-۲ ضوابط انتخاب محفظه احتراق
۳۵۰	۸-۱۶-۳ طراحی محفظه احتراق
۳۵۸	تمرین فصل هشتم
۳۵۹	پیوست فصل هشتم

۳۶۴	۲-۹ انواع نازل
۳۶۷	۳-۹ ضوابط انتخاب نازل
۳۶۸	۴-۹ افت در نازل
۳۷۶	۵-۹ طراحی نازل
۳۷۹	۶-۹ مقایسه نازل مخروطی و پروفیلی
۳۸۲	۷-۹ پیشنهادها در طراحی نازل بهینه
۳۸۴	۸-۹ تعیین مشخصه‌های نازل و محفظه (احتراق) در تست گرم
۳۸۸	تمرین فصل نهم
۳۸۸	پیوست فصل نهم
۳۹۱	۱۰-۱ متعلقات موتور سوخت مایع
۳۹۱	۱-۱۰ مقدمه
۳۹۲	۲-۱۰ اجزای تجهیزات موتور RD-214
۳۹۲	۳-۱۰ مشخصات اصلی موتور RD-214
۳۹۷	۴-۱۰ اتصال‌ها و عملکرد پنوماتیکی و هیدرولیکی موتور RD-214
۴۰۲	۵-۱۰ اتصال‌های الکتریکی متعلقات موتور RD-214
۴۰۲	۶-۱۰ اتصال‌ها و لوله‌کشی شیرآلات موتور RD-214
۴۱۰	۷-۱۰ مجموعه محفظه احتراق موتور RD-214
۴۲۴	۸-۱۰ مجموعه توربوپمپ
۴۳۷	۱-۸-۱۰ مراحل آماده کردن دستگاه توربوپمپ
۴۴۳	تمرین فصل دهم
۴۴۳	پیوست فصل دهم
	۱۱ اصول طراحی توربوپمپ موتور و پیشرانش سوخت مایع
۴۴۵	۱-۱۱ مقدمه
۴۴۶	۲-۱۱ عملکرد و اصول ماشین‌های کار و نیرو
۴۴۶	۱-۲-۱۱ ماشین کار (پمپ یا کمپرسور)

اصول طراحی موتور و پشرانش فضایی پشرفته

۴۵۰	۳-۱۱ تعاریف در توربو ماشین
۴۵۰	۱-۳-۱۱ توربو ماشین محوری و شعاعی
۴۵۱	۲-۳-۱۱ توربو ماشین فشار قوی و فشار ضعیف
۴۵۱	۳-۳-۱۱ توربو ماشین یک یا چند راهه
۴۵۱	۴-۳-۱۱ توربو ماشین یک یا چند طبقه
۴۵۲	۵-۳-۱۱ توربو ماشین یک یا چند بدنه
۴۵۲	۶-۳-۱۱ توربو ماشین یک یا چند محوره
۴۵۲	۳-۱۱ توربین های ضربه ای و عکس العملی
۴۵۳	۳-۱۱ در عدد عملی
۴۵۳	۴-۱۱ راندمان کاری توربو ماشین
۴۵۵	۵-۱۱ راندمان کلی توربو ماشین
۴۵۶	۶-۱۱ عوامل اقتصادی طراحی توربین
۴۵۶	۷-۱۱ توربو پمپ پشرانش فضایی
۴۵۶	۱-۷-۱۱ مقدمه
۴۶۰	۲-۷-۱۱ پشرانش با مخازن تحت فشار (سیستم جایگزین)
۴۶۸	۳-۷-۱۱ روش های تأمین گاز مخازن
۴۷۲	۴-۷-۱۱ تنظیم فشار ورودی سیال عامل پمپ
۴۷۹	۵-۷-۱۱ سیستم سوخت رسانی پشرانش احتراق مجدد (بسته)
۴۸۵	۶-۷-۱۱ سیستم سوخت رسانی پشرانش باز
۴۸۹	۷-۷-۱۱ مباحث منتخب در توربو پمپ پشرانش فضایی
۵۰۰	تمرین فصل یازدهم
۵۰۱	پیوست فصل یازدهم

۱۲- اصول پاشش سیال عامل در موتور سوخت مایع

۵۰۵	۱-۱۲ مقدمه
۵۰۶	۲-۱۲ انواع روش های گسستگی در پاشش

فهرست

۵۰۹	۳-۱۲ شبیه‌سازی انتشار سیال عامل
۵۱۱	۴-۱۲ پاشش در انژکتور آکوستیک
۵۱۹	تمرین فصل دوازدهم
۵۲۰	پیوست فصل دوازدهم

۱۳- مبانی حرکت در هوا و فضا

۵۲۳	۱-۱۳ مقدمه
۵۲۵	۱۳- نیروی آیرودینامیک
۵۳۰	۱-۱۳ معادلات حاکم بر حرکت جسم در هوا و فضا
۵۳۱	۴-۱۳ معادلات حاکم بر حرکت هواپیما
۵۳۲	۱-۴-۱۳ حرکت مستقیم‌الخط و بدون شتاب هواپیما
۵۳۳	۱۳-۲-۴ اوج‌گیری
۵۳۵	۱۳-۳-۴ برخاستن
۵۳۷	۵-۱۳ مبانی حرکت در فضا
۵۳۷	۱-۵-۱۳ پرواز در فضای با جاذبه و با اتمسفر
۵۴۰	۱۳-۲-۵ پرواز در فضای بدون جاذبه و نیروی
۵۴۵	۶-۱۳ روابط اساسی حرکت
۵۵۵	۷-۱۳ تأثیر سیستم پیرانش بر عملکرد پرواز جسم
۵۵۸	۸-۱۳ پرواز فضایی
۵۶۲	۱-۸-۱۳ مدار بیضوی
۵۶۹	۲-۸-۱۳ فضای عمیق
۵۷۱	۳-۸-۱۳ انحرافات و اغتشاشات در مدار
۵۷۳	۴-۸-۱۳ عوامل ایجاد اغتشاش در مدار ماهواره به دور زمین
۵۷۸	۵-۸-۱۳ سرعت مأموریت
۵۸۱	۶-۸-۱۳ مانورهای پروازی فضاپیما
۵۸۷	۷-۸-۱۳ پیرانش کنترلی - واکنشی

اصول طراحی موتور و پشرانش فضایی پیشرفته

۵۹۰	۹-۱۳ وسایل پرواز در فضا.....
۵۹۰	۱-۹-۱۳ فضاییماهای تک مرحله‌ای.....
۵۹۱	۲-۹-۱۳ فضاییماهای چند مرحله‌ای.....
۵۹۹	۱۰-۱۳ وسایل پرتاب فضایی.....
۶۰۵	۱۱-۱۳ موشک‌های نظامی.....
۶۰۸	۱۲-۳ اثرات آیرودینامیکی فوران شعله خروجی از نازل.....
۶۰۸	۱۳-۳ اداری پرواز.....
۶۱۰	تمرین‌های فصل سیزدهم.....
۶۱۱	پیوست فصل سیزدهم.....

۱۴- کاربرد و توسعه موتورهای سوخت مایع

۶۱۵	۱-۱۴ مقدمه.....
۶۱۷	۲-۱۴ موشک‌های فضایی.....
۶۲۲	۳-۱۴ موشک‌های داخل اتمسفر.....
۶۲۳	۴-۱۴ هواپیماهای راکت جت.....
۶۲۵	۵-۱۴ سیر تحول موتورهای سوخت مایع فضایی در جهان.....
۶۴۲	تمرین فصل چهاردهم.....
۶۴۲	پیوست فصل چهاردهم.....

۶۴۷	منابع.....
۶۵۱	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی.....
۶۵۵	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی.....
۶۵۹	نمایه.....

پیشگفتار نگارنده

بی تردید خلقت زمین و آسمان در اعصار تاریخ بشر همواره مورد توجه اندیشمندان بوده و در تمام کتب آسمانی از آن به عنوان یکی از مهم ترین آیات الهی یاد شده است. در قرآن عظیم بیش از سیصد بار از خلقت آسمانها و زمین یاد شده و از انسانهای باخرد (اولی الالباب) دعوت نموده است در حوزة با عظمت خلقت زمین و آسمانها نظر کنند تا شاید به برخی از قوانین این پدیده پیچیده دست پیدا کنند.^۱

دعوت پروردگار عالم به تدبیر در حرکت پرندگان در هوا که گاهی با بال زدن و گاهی بدون حرکت بالها پیش می روند، مشوق بشر برای دستیابی به علم پرواز است.^۲ در جای دیگر همه مخلوقات جن و انس را برای سفر به فضا تشویق می نماید و می فرماید به کرانه های آسمان دست نمی یابید مگر به واسطه نیروی علم که بر نیروی جسمانی غلبه پیدا کند.^۳ جالب است که در تمام آیات قرآن از زمین با کلمه مفرد (ارض) و از آسمان با کلمه جمع (سماوات) یاد نموده، چون آسمان دارای هفت طبقه است (سبع السماوات) که آنچه بشر می بیند فقط طبقه اول یا آسمان دنیا است.^۴

۱- آیه ۱۹۰ آل عمران: انّ فی خلق السموات و الارض و اختلاف الیل و النهار لآیات لا ولیّ الباب

۲- آیه ۱۹ ملک: اولم یرو الی الطیر فوقهم صافات و یقبضن ما یمسکهن اسما الرّحمن انه بکلی شیء بصیر

۳- آیه ۳۳ الرّحمن: یا معشر الجن و الانس ان استطعتم ان تنفذوا من اقطار السموات و الارض فانفذوا لا تنفذوا الاّ بسلطان

۴- آیه ۵ ملک: لقد زینا السماء الدنیا بمصابیح

فناوري هوافضا از آن جهت پيشرفته محسوب مي‌شود كه انسان را با شكل جهان و رشد آن آشنا مي‌سازد و فهم بهتري از سياره زمين براي زندگي بهتر و حفاظت از محيط‌زيست به جهان بشريت مي‌دهد و همچنين قلّه‌اي محسوب مي‌شود كه آثار پيشرفت آن بر ساير علوم و فناوري‌هاي مورد نياز جامعه بشري از آن جاري مي‌گردد، براي مثال سه راهبرد سبك‌سازي، كوچك‌سازي و مقاوم‌سازي در فناوري فضايي موجب پيدايش علوم جديد و مان‌رشته‌اي مثل كامپوزيت‌ها و پليمرها در مواد گرديده كه كاربرد روزافزون آن در ساير صنايع چشمگير است.

پيشرفت روزافزون فناوري فضايي در سال‌هاي اخير در ايران موجب شده است كه پيشرانش‌هاي عظيم مادراره‌بر مثل موتور سيمرغ و ماهواره‌هاي پيشرفته مثل رصد، ظفر، فجر، اميركبير، نويد و... ريزي راکت کاوش به همت دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و صنايع هوافضاي کشور طراحی ساخته شود.

با اتكا بر الطاف الهي پنجمين اثر اين كتاب با عنوان «اصول طراحی موتور و پيشرانش فضايي» چاپ شد. اين اثر كه مجموعه‌ي گسترده‌ي تآليفات قبلي است، در چهارده فصل تدوين شده است كه مرجع دروس ارائه شده توسط اينجانب در تحصيلات تكميلي مي‌باشد. ترتيب مباحث به گونه‌اي است كه دانشجويان به سادگي با مراحل طراحی موتور و پيشرانش فضايي با سوخت مايع آشنا مي‌شوند و سعي شده تا با اين انتقال مفاهيم اصلي از پيچيده كردن مطالب پرهيز شود.

از آنجا كه صنايع طراحی پيشرانش‌هاي فضايي، تكنولوژي پيشرفته محسوب مي‌شود و در انحصار چند کشور محدود است، در مراجع و مقالات علمي - پژوهشي جهاني، از ارائه مباحث كليدي و مهم اين تكنولوژي پرهيز مي‌شود تا انحصار آن همواره محفوظ باشد. در منابع غربي كتاب‌هاي قطوري مشاهده مي‌شود كه متأسفانه دانشجويان و علاقه‌مندان به اين تكنولوژي با مطالعه آنها به راهكارهاي اساسي طراحی پيشرانش‌هاي فضايي دست نمي‌يابند ولي در اين كتاب پس از ارائه مطالب اصولي و جداول کاربردي در فصل‌هاي اول تا ششم، طراحی يك پيشرانش فضايي سوخت مايع واقعي در فصل هفتم ارائه شده است. در

فصل‌های هشتم و نهم، طراحی مجموعه‌های تشکیل دهنده موتور شامل انژکتور، صفحه انژکتور، محفظه احتراق و نازل همراه با تجهیزات تست آنها ارائه شده تا دانشجویان بتوانند در بخش طراحی این صنعت که خوشبختانه کشور ما به تکنولوژی آن دست یافته، اشتغال ورزند و این تکنولوژی را به سمت اهداف عالی‌تر توسعه دهند. در فصل دهم متعلقات موتور مثل توربوپمپ و اتصالات آن به انضمام عملکرد پنوماتیکی و هیدرولیکی با ذکر یک نمونه (موتور RD-214) ارائه شده است، در فصل یازدهم موضوع طراحی توربوپمپ در موتور، سوخت مایع و در فصل دوازدهم موضوع مهم قطره و پاشش در موتور و پشیرانش‌های سوخت مایع فسیلی و هیدروکربنی مورد توجه قرار گرفته است. در فصل سیزدهم مبانی حرکت رها و فضا ارائه شده است که در پایان آن دانشجویان می‌بایست کد محاسبات یک ماهواره بر ماسک برای قرار دادن ماهواره در مدار موردنظر را تدوین نمایند و در نهایت در فصل چهاردهم نازل و توسعه موتورهای سوخت مایع در هوافضا ارائه شده است.

در اینجا لازم است از آقایان پروفیسور و دریا فسف، پروفیسور سوخوف و دکتر بورکال سوف، استادان اینجانب در دانشگاه صنعتی ایلان سکو و نویسندگان مراجع و منابع روسی به کار گرفته شده در تألیف این اثر یاد نمایم. همچنین از آقایان دکتر پژمان کاظم‌پور، مهندس علی مهرابی، دکتر حسین موسوی و مهندس حماد رضا خدایاری و جناب آقای دکتر شاه‌کرمی مدیر محترم انتشارات دانشگاه تربیت مدرس و همکاران ایشان که در تدوین، تصحیح و انتشار این کتاب مؤلف را یاری نمودند، تشکر و قدردانی شود. در پایان ضمن تقدیم این کتاب به پیشگاه حضرت صاحب‌الامر زمان (ع) امید است که همواره از این فناوری در مقاصد و اهداف صلح‌آمیز بهره‌برداری شود.

یا من له الهواء و الفضاء

فتح‌اله امی

۱۳۹۶