اصول تجربی و تئوری تست موتورهای احتراق داخلی

تألیف:

آنتونی مارتیر مایکل آلکساندر پلینت

ترجمه:

دکتر علی میرمحمدی دکتر فرامرز آشنای قاسمی

اعضای هیأت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی

سر شناسنامه	:	مارتر، آنتونی Martyr, Anthony
عنوان و نام پدید آور	:	اصول تجربی و تئوری موتورهای احتراق داخلی/ [آنتونی مارتر، پلینت مایکل الگزاندر]؛ ترجمه علی میرمحمدی، فرامرز آشنای قاسمی
مشخصات نشر	:	تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	:	ز، ۳۱۶ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۶۵۹۴-۶۷-۵
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	عنوان اصلی: Engine testing: theory ank practice, 3rd ed. 2007.
یادداشت	:	کتابنامه: ص. ۳۱۶.
موضوع	:	موتورهای درونسوز – آزمایش ها
موضوع	:	Internal combustion engines – Experiments
شناسه افزوده	:	پلینت، مایکل الگزاندر
شناسه افزوده	:	Plint, M. A. (Michael Alexznder)
شناسه افزوده	:	میرمحمدی، علی، ۱۳۵۵–، مترجم
شناسه افزوده	:	Ashenai Ghasem, Faramarz
شناسه افزوده	:	آشنای قاسمی، فرامرز، ۱۳۴۷–، مترجم
شناسه افزوده	:	دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی
شناسه افزوده	:	Shahid Rajaee Teacher Training University
رده بندی کنگره	:	۱۳۹۵ ۶م۲الف/ TJ۷۵۹
رده بندی دیویی	:	۶۲۱/۴۳۰۲۸۷
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۳۰۱۸۰۲

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی

عنوان	:	اصول تجربی و تئوری تست موتورهای احتراق داخلی
ترجمه	:	دکتر علی میرمحمدی و دکتر فرامرز آشنای قاسمی، اعضای هیأت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی
ویراستار علمی	:	دکتر علی میرمحمدی و دکتر فرامرز آشنای قاسمی
ویراستار ادبی	:	شهرام طهماسبی
نوبت چاپ	:	اول- تابستان ۱۳۹۵
انتشارات	:	دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی
لیتوگرافی	:	فرانقش
چاپ	:	فردوس
طراح جلد	:	شهرام طهماسبی
ناظر چاپ	:	محمد معتمدی نژاد
کارشناس چاپ و صفحه‌آرا	:	نیره فیروزی
کارشناسان	:	طاهره کیاء/ علی رضایی اهوانوئی
شمارگان	:	۱۰۰۰ جلد
قیمت	:	۱۸۰,۰۰۰ ریال
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۶۵۹۴-۶۷-۵ ISBN: 978-600-6594-67-5

کلیهٔ حقوق این اثر برای مؤلفین و مترجمین و دانشگاه تربیت دبیر شهیدرجائی محفوظ است.

نشانی: تهران، لویزان – کد پستی ۱۶۷۸۸-۱۵۸۱۱ – صندوق پستی ۱۶۳ – ۱۶۷۸۵ – تلفن: (۲۶۳۲) ۹ – ۲۲۹۷۰۰۶۰، ۲۲۹۷۰۰۷۰، تلفکس: ۲۲۹۷۰۰۴۲، پست الکترونیکی: Publish@srttu.edu، وب سایت: http://Publish.srttu.edu

فهـــرست

عنوان	صفحه
پیشگفتار نویسنده	**ش**
پیشگفتار مترجمان	**ض**
فصـــل اول "مشخصات مرکز تست، یکپارچه‌سازی سیستم و سازمان‌دهی پروژه"	**۱**
۱-۱ مقدمه	۳
۱-۲- مشخصات آزمایشگاه تست	۴
۱-۳- ایجاد مشخصات عملیاتی	۴
۱-۴- مطالعات امکان‌سنجی و امکان طرح و برنامه‌ریزی	۶
۱-۵- الگوبرداری	۶
۱-۶- مقررات ایمنی و مجوزهای برنامه‌ریزی مربوط به آزمایشگاه تست موتور	۷
۱-۷- مشخصات سیستم داده‌برداری و سیستم کنترل	۹
۱-۸- استفاده از دستورالعمل تامین‌کنندگان	۱۰
۱-۹- مشخصات تابعی: بعضی مشکلات متداول	۱۰
۱-۱۰- تفسیر مشخصات	۱۱
۱-۱۱- سازماندهی کلی پروژه	۱۲
۱-۱۲- نقش‌ها و مدیریت پروژه	۱۲
۱-۱۳- ابزار کلیدی مدیریت پروژه	۱۴
۱-۱۳-۱- ارتباطات و ماتریس مسئولیت	۱۴
۱-۱۳-۲- استفاده از نقشه طرح در کنترل پروژه	۱۵
۱-۱۴- برنامه زمان‌بندی پروژه	۱۶
۱-۱۵- نکات مربوط به اسناد و مدارک	۱۶
فصـــل دوم "تحلیل ترمودینامیکی و حرارتی سلول تست"	**۱۹**
۲-۱ مقدمه	۲۱
۲-۲ بالانس انرژی آزمایشگاه موتور	۲۲
مراجع	۲۴

فصل سوم " تحلیل ارتعاشات و طراحی فندانسیون" ۲۷
۳-۱ مقدمه ۲۹
۳-۲ ارتعاش و سر و صدا ۲۹
مبانی و مفاهیم و منابع ارتعاش ۲۹
۳-۳ طراحی دسته موتورها و فندانسیون بستر تست ۳۲
۳-۴ ساختمان فندانسیون و صفحات بستر نگهدارنده آن ۳۶
۳-۵ سر و صدا ۴۰
۳-۵-۱ شدت صوت ۴۰
۳-۵-۲ اندازه‌گیری‌های سر و صدا ۴۱
۳-۵-۳ سر و صدا در محیط آزمایشگاه موتور ۴۳
۳-۶ سلول‌های تست بدون انعکاس ۴۳
۳-۷ سر و صدای اگزوز ۴۶
۳-۸ لوله‌های تخلیه اگزوز ۴۷
مراجع ۴۸

فصـــل چهارم "کلیات طراحی اتاق کنترل و سلول تست" ۴۹
۴-۱ مقدمه ۵۱
۴-۲ اندازه کلی سلول‌های تست خصوصی ۵۱
۴-۳ انواع طرح‌های سلول تست ۵۲
۴-۴ هدف کلی سلول تست موتور خودرو در محدودهٔ ۵۰ تا ۴۵۰kW ۵۳
۴-۵ سلول‌های تست تحقیق و توسعه موتور و نیرو محرکه ۵۶
۴-۶ آتش‌نشانی و کنترل آتش ۵۶
۴-۷ سیستم‌های آتش‌نشانی ۵۸
۴-۷-۱ سیستم‌های آب مه‌ریز ۵۹
۴-۷-۲ دی‌اکسیدکربن ۵۹
۴-۷-۳ پودر خشک ۵۹
۴-۷-۴ هالوژن‌ها ۶۰
۴-۷-۵ اینرجن‌ها یا گازهای بی‌اثر ۶۰
۴-۷-۶ کف آتش‌نشانی ۶۰
۴-۷-۷ آشکارساز بخار ۶۱
مراجع ۶۱

فصـــل پنجم "طراحی تهویه مطبوع سلول تست" ۶۳
۵-۱ مقدمه ۶۵
۵-۲ استراتژی‌های تهویه سلول تست ۶۵
فن‌های تخلیه: نیازهای ایمنی برای کاهش ریسک خطر انفجار ۶۶
۵-۳ ظرفیت گرمایی هوای خنک‌کننده ۶۷
۵-۴ انتقال گرما از موتور ۶۷
۵-۵ انتقال گرما از سیستم اگزوز ۶۹
۵-۶ انتقال گرما از دیوارها ۷۰
۵-۷ منابع گرما در سلول تست ۷۱
۵-۷-۱ منابع گرما ۷۱
۵-۷-۱-۱موتور ۷۱
۵-۷-۱-۲ دینامومتر ۷۱
۵-۷-۱-۳ منابع دیگر گرما ۷۱
۵-۸ تلفات گرما از سلول تست ۷۲
۵-۹ محاسبات بار تهویه ۷۲
۵-۱۰ طراحی کانال‌های تهویه و سیستم توزیع ۷۳
۵-۱۱ کانال‌ها و اتصالات ۷۳
۵-۱۲ کانال‌های ورودی و خروجی ۷۴
۵-۱۳ دریچه‌های کنترل زمان آتش‌سوزی ۷۷
۵-۱۴ فن‌های تخلیه ۷۸
۵-۱۵ مثالی برای طراحی سیستم تهویه ۷۸
۵-۱۵-۱ جریان هوای تهویه ۷۹
۵-۱۶ تهویه اتاق کنترل ۸۲
۵-۱۷ تهویه مطبوع ۸۲
۵-۱۸ نمودار سایکرومتری ۸۲
۵-۱۹ فرآیندهای تهویه مطبوع ۸۲
۵-۱۹-۱ گرمایش و سرمایش بدون تغییر رطوبت ۸۲
۵-۱۹-۲سرمایش برای کاهش رطوبت ۸۲
۵-۱۹-۳محاسبه بار سرمایشی ۸۳
۵-۲۰ مشخصه‌های هوای احتراق ۸۴
۵-۲۱ واحد کنترل فشار ۸۶
مراجع ۸۷

فصـــل ششم "طراحی سیستم آب خنک کننده و سیستم اگزوز" ۸۹
۶-۱ مقدمه ۹۱
۶-۲ سیستم تغذیه آب خنک‌کننده: اصول و راه‌کارها ۹۱
۶-۳ خواص آب ۹۱
۶-۴ سرعت جریان مورد نیاز ۹۲
۶-۵ کیفیت آب ۹۳
۶-۵-۱ مواد جامد موجود در آب ۹۴
۶-۵-۲ سختی آب ۹۴
۶-۶ انواع مدارهای به کار رفته در مایع خنک‌کننده سلول تست ۹۶
۶-۶-۱ خنک‌کننده آبی با مدار باز ۹۷
۶-۶-۲ خنک‌کننده آبی با مدار بسته ۹۸
۶-۷ برج‌های خنک‌کننده ۹۹
۶-۸ مجموعه کنترل دمای روغن و مایع خنک‌کننده موتور ۹۹
۶-۹ استراتژی کنترل سیستم‌های مبدل حرارتی ۱۰۲
۶-۱۰ سرعت‌های اولیه جریان در سیستم‌های آب خنک‌کننده ۱۰۳
۶-۱۱ طراحی مبدل حرارتی آب به آب ۱۰۳
۶-۱۲ تست شوک حرارتی موتور ۱۰۳
۶-۱۳ راه‌اندازی مدار آب خنک‌کننده ۱۰۴
۶-۱۴ تنظیم موازنه انرژی و اندازه‌گیری سیستم ۱۰۵
۶-۱۵ سیستم‌های اگزوز ۱۰۶
۶-۱۵-۱ تک‌سلول با سیستم اگزوزبسته جفت شده ۱۰۸
۶-۱۵-۲ کانال تخلیه سیستم اگزوز خودرو درتک‌سلول تست ۱۰۹
۶-۱۵-۳ فن‌های تخلیه متداول سلول تست چند سلولی ۱۰۹
۶-۱۵-۴ استفاده دوگانه از کانال تخلیه گاز اگزوز برای سیستم تهویه سلول تست ۱۱۰
۶-۱۶ خنک کردن گازهای خروجی از اگزوز ۱۱۱
۶-۱۷ هواکش اگزوز تعبیه شده روی ساختمان ۱۱۲
مراجع ۱۱۲

فصـــل هفتم "طراحی مخازن روغن و سوخت و سیستم انتقال آنها" ۱۱۵
۷-۱ مقدمه ۱۱۷
۷-۲ ذخیره‌سازی سوخت و سیستم‌های منبع ذخیره ۱۱۷
۷-۳ لوله‌های سوخت ۱۲۰

۷-۴ ذخیره‌سازی و ویژگی سوخت‌های پس‌ماند	۱۲۰
۷-۵ ذخیره‌سازی سوخت‌های زیستی	۱۲۱
۷-۶ خطوط سوخت زیرزمینی	۱۲۲
۷-۷ مخازن سوخت استوانه‌ای	۱۲۲
۷-۸ گاز طبیعی، گاز طبیعی مایع و گاز طبیعی فشرده شده (NG, LNG, CNG)	۱۲۳
۷-۹ مخزن سوخت به‌کار رفته در دستگاه تست	۱۲۳
۷-۱۰ سیستم‌های سوخت رسانی در سلول تست	۱۲۵
۷-۱۱ کنترل فشار سوخت موتور	۱۲۶
۷-۱۲ کنترل دمای سوخت موتور	۱۲۷
۷-۱۳ سیستم‌های خنک کننده روغن موتور	۱۲۹
۷-۱۴ خواص بنزین و طول عمر آنها	۱۳۰
۷-۱۵ تهیه مخلوط	۱۳۱
۷-۱۶ خواص سوخت‌های دیزل	۱۳۲
مراجع	۱۳۲
فصـــل هشتم "طراحی دینامومتر و اندازه‌گیری‌های مربوطه"	**۱۳۳**
۸-۱ مقدمه	۱۳۵
۸-۲ دینامومترهای محوری	۱۳۵
۸-۳ اندازه‌گیری گشتاور با استفاه از محورهای در خط یا فلنچ‌های گشتاورسنج	۱۳۶
۸-۴ کالیبره کردن و ارزیابی خطاها در اندازه‌گیری گشتاور	۱۳۹
۸-۵ تعیین گشتاور در شرایط گذرا	۱۴۳
۸-۶ اندازه‌گیری سرعت چرخشی	۱۴۴
۸-۷ انتخاب دینامومتر	۱۴۵
۸-۸ دسته‌بندی دینامومترها	۱۴۶
۸-۸-۱ دینامومترهای هیدروسینتیک یا هیدرولیک (ترمزهای آبی)	۱۴۶
۸-۸-۲ دستگاه‌های ثابت و پرشده کامل از آب	۱۴۶
۸-۸-۳ دستگاه‌های پر شده متغیر با آب	۱۴۷
۸-۸-۴ دستگاه متغیر پیچی	۱۴۸
۸-۸-۵ دینامومترهای صفحه‌ای	۱۴۸
۸-۸-۶ دینامومترهای هیدروستاتیک	۱۴۹
۸-۸-۷ دینامومترهای بر پایه موتور الکتریکی	۱۴۹
۸-۸-۸ دینامومترهای جریان مستقیم	۱۴۹

۸-۸-۹ دینامومترهای مگنت پایدار	۱۵۰
۸-۸-۱۰ دینامومترهای ادی‌کارنت	۱۵۰
۸-۸-۱۱ دستگاه‌های شکاف خشک	۱۵۱
۸-۸-۱۱-۱ دستگاه‌های شکاف خشک دارای یک یا دو صفحه روتور	۱۵۱
۸-۸-۱۱-۲ دستگاه‌های شکاف خشک با دیسک روتوری	۱۵۱
۸-۸-۱۲ دینامومترهای سایشی	۱۵۲
۸-۸-۱۳ دینامومترهای ترمز هوا	۱۵۲
۸-۸-۱۴ دینامومترهای ترکیبی و ردیفی	۱۵۲
۸-۹ مفهوم یک، دو یا چهار ربع	۱۵۳
۸-۱۰ تطبیق موتور و خصوصیات دینامومتر	۱۵۴
۸-۱۱ شروع کار موتور و استارت	۱۵۶
۸-۱۱-۱ روشن کردن موتور بدون استارت با هندل	۱۵۶
۸-۱۱-۲ مجموعه استارت موتور نصب شده	۱۵۷
۸-۱۱-۳ مجموعه‌های استارت غیرالکتریکی	۱۵۷
۸-۱۲ انتخاب دینامومتر	۱۵۸
عوامل موثر در انتخاب دینامومتر برای کاربردهای خاص	۱۵۸
فصـــل نهم "طراحی متعلقات کوپلینگ موتور به دینامومتر"	**۱۶۱**
۹-۱ مقدمه	۱۶۳
۹-۲ ماهیت مسئله	۱۶۳
۹-۳ جرم زیاد موتور و بلبرینگ دینامومتر	۱۶۴
۹-۴ نوسانات پیچشی و سرعت‌های بحرانی	۱۶۴
۹-۵ طراحی محورهای اتصالی	۱۷۰
۹-۶ محور چرخاننده	۱۷۲
۹-۷ اتصالات	۱۷۳
۹-۷-۱ محور تو خالی با لبه‌های ترکیبی و اتصالات سخت	۱۷۳
۹-۷-۲ محور چرخاننده قدیمی با اتصالات عمومی	۱۷۳
۹-۷-۳ اتصالات لایه‌ای چندتایی	۱۷۳
۹-۷-۴ اتصالات المان الاستومتریک	۱۷۴
۹-۷-۵ تعدیل: نقش اتصال انعطاف‌پذیر	۱۷۴
۹-۸ خواص مهم و متفاوت اتصال‌ها	۱۷۵
۹-۹ بار شوک اتصال‌ها در نتیجه هندل زدن یا اجرای نامنظم یا معکوس گشتاور	۱۷۷

۹-۱۰ بارگذاری شوک محوری ۱۷۸
۹-۱۱ انتخاب ظرفیت گشتاور اتصالی ۱۷۸
۹-۱۲ نقش کلاچ موتور ۱۸۰
۹-۱۳ بالانس کردن مولفه‌های خط محرک ۱۸۰
۹-۱۴ دینامومتر و موتور تنظیمی ۱۸۰
۹-۱۵ سه نوع اتصال محور با نیازهای تنظیمی متفاوت ۱۸۰
۹-۱۶ خلاصه‌ای از روش طراحی موتور تا اتصال دینامومتر ۱۸۱
۹-۱۷ چرخ‌های لنگر ۱۸۲
۹-۱۸ شبیه‌ساز اینرسی بجای اینرسی چرخ لنگر ۱۸۳
مراجع ۱۸۳

فصل دهم "طراحی سیستم برق سلول تست" ۱۸۵
۱۰-۱ مقدمه ۱۸۷
۱۰-۲ نقش طراحی مهندسی برقی ۱۸۷
۱۰-۳ ویژگی‌های عمومی نصب سیستم‌های الکتریکی ۱۸۷
۱۰-۴ محیط فیزیکی ۱۸۸
۱۰-۵ سیگنال الکتریکی و تداخل امواج در اندازه‌گیری ۱۸۹
۱۰-۶ طراحی سیستم ارت ۱۹۲
۱۰-۷ طراحی کابل ۱۹۴
۱۰-۸ تداخل امواج القائی ۱۹۴
۱۰-۹ تداخل خازنی ۱۹۵
۱۰-۱۰ تداخل الکترومغناطیسی ۱۹۶
۱۰-۱۱ تداخل کوپلینگ رسانا ۱۹۷
۱۰-۱۲ یکپارچه‌سازی سیستم‌های دینامومتر جریان متناوب ۱۹۷
۱۰-۱۳ اتصال داخلی منبع دستگاه‌های مختل کننده و حساس ۱۹۹
۱۰-۱۴ مشخصات منبع انرژی الکتریکی ۱۹۹
۱۰-۱۵ مانع نفوذ آتش کابل در ساختار سلول ۲۰۰
۱۰-۱۶ تهویه‌ی جعبه‌ی الکتریکی ۲۰۱
۱۰-۱۷ استانداردهای ایمنی اروپایی و علامت‌گذاری CE ۲۰۱
۱۰-۱۸ ماتریس تعامل ایمنی ۲۰۳
۱۰-۱۹ خلاصه ۲۰۳
مراجع ۲۰۳

فصـــل یازدهم "کنترل سلول مورد استفاده برای تست و جمع‌آوری داده‌ها" ۲۰۵
۱۱-۱ مقدمه ۲۰۷
۱۱-۲ سیستم‌های ایمنی ۲۰۷
۱۱-۲-۱ عملکرد توقف اضطراری ۲۰۷
۱۱-۲-۲ دستگاه‌های عملیاتی و ایمنی ۲۰۸
۱۱-۲-۳ نمایش کامپیوتری شده از سیگنال‌های هشدار ۲۰۹
۱۱-۳ سیستم‌های مدیریت ساختمان (BMS) و نشانگرهای وضعیت سرویس‌ها ۲۱۰
۱۱-۴ روش‌های راه‌اندازی و خاموش کردن سلول تست ۲۱۰
۱۱-۴-۱ بررسی‌های قبل از راه‌اندازی ۲۱۱
۱۱-۴-۲ بررسی‌های بلافاصله بعد از راه‌اندازی ۲۱۱
۱۱-۴-۳ بررسی‌های بلافاصله بعد از خاموشی ۲۱۲
۱۱-۵ ترتیب آزمایش: شیوه‌های کنترل ۲۱۲
۱۱-۶ نکاتی درباره‌ی روش نامگذاری ۲۱۲
۱۱-۷ موقعیت/ مد موقعیت ۲۱۳
۱۱-۷-۱ موقعیت و روش قدرت پایین ۲۱۴
۱۱-۷-۲ موقعیت و مد سرعت ۲۱۴
۱۱-۷-۳ موقعیت و مد گشتاور (موتورهای کنترل شده) ۲۱۴
۱۱-۷-۴ سرعت و مد گشتاور ۲۱۴
۱۱-۷-۵ گشتاور و مد سرعت ۲۱۶
۱۱-۷-۶ اقدامات احتیاطی در مدهای دینامومتر چهار ربعی ۲۱۶
۱۱-۸ عملگر دریچه گاز ۲۱۶
۱۱-۹ انتخاب نرم‌افزار کنترل تست ۲۱۸
۱۱-۱۰ نقش‌های کامپیوتری سلول مورد استفاده برای تست و دستگاه‌های متصل ۲۱۹
۱۱-۱۰-۱ کنترل ترتیبی تست موتور مدرن ۲۱۹
۱۱-۱۰-۲ جمع‌آوری داده‌ها و زنجیره‌ی مبدل ۲۲۱
۱۱-۱۰-۳ کالیبراسیون زنجیره‌ی سیگنال ۲۲۱
۱۱-۱۰-۴ جعبه‌های مبدل و I/O توزیع شده ۲۲۱
۱۱-۱۱ انتخاب دستگاه‌ها و انتقال دهنده‌ها ۲۲۲
۱۱-۱۲ فاصله‌های زمانی و سرعت ۲۲۳
۱۱-۱۳ نیروی شبه ایستا ۲۲۳
۱۱-۱۴ نیروی چرخه‌ای ۲۲۵
۱۱-۱۵ سنجش فشار ۲۲۵

۱۱-۱۵-۱ مبدل‌های فشار الکترونیکی	۲۲۶
۱۱-۱۵-۲ روش‌های دیگر سنجش فشار	۲۲۷
۱۱-۱۶ تغییر مکان	۲۲۷
۱۱-۱۷ شتاب/ ارتعاش	۲۲۸
۱۱-۱۸ سنجش دما- ترموکوپل‌ها	۲۲۸
۱۱-۱۹ سنجش دما- PRT ها	۲۲۸
۱۱-۱۹-۱ مقاومت‌های گرمایی	۲۲۹
۱۱-۱۹-۲ مقاومت‌های برقی	۲۲۹
۱۱-۱۹-۳ آتش‌سنج‌ها	۲۳۰
۱۱-۱۹-۴ دیگر وسیله‌های ثبت کننده دما	۲۳۰
۱۱-۲۰ دستگاه‌ها و وسیله‌های هوشمند	۲۳۰
۱۱-۲۱ رویه‌های کالیبراسیون کامپیوتری شده	۲۳۱
۱۱-۲۲ کنترل برای تست دوام و اجرای «اتوماتیک»	۲۳۱
۱۱-۲۳ کنترل برای تغییر ناگهانی درجه حرارت و تست‌های چرخه‌ی گرمایی	۲۳۲
مراجع	۲۳۲
فصـــل دوازدهم "طراحی تجهیزات اندازه‌گیر دبی سوخت و هوا"	**۲۳۳**
۱۲-۱ مقدمه	۲۳۵
۱۲-۲ دستگاه‌های سنجش برای مصرف سوخت مایع	۲۳۵
۱۲-۳ مقیاس‌های انباشت جریان	۲۳۵
۱۲-۴ جریان جرم یا سنجه‌های مقدار مصرف	۲۳۹
۱۲-۵ سوخت‌های گازی	۲۴۰
۱۲-۶ اثر شرایط سوخت بر عملکرد موتور	۲۴۱
۱۲-۷ سنجش مصرف روغن موتور	۲۴۲
۱۲-۸ اندازه‌گیری عبور گازها به محفظه لنگ	۲۴۳
۱۲-۹ سنجش مصرف هوا و جریان‌های گاز	۲۴۴
۱۲-۹-۱ خصوصیات هوا	۲۴۴
۱۲-۹-۲ مصرف هوا، شرایط و عملکرد موتور	۲۴۴
۱۲-۹-۳ فشار هوا	۲۴۵
۱۲-۹-۴ دمای هوا	۲۴۶
۱۲-۱۰ روش مخزن هوا برای سنجش مصرف هوا	۲۴۹
۱۲-۱۱ محاسبه‌ی تقریبی مصرف هوای موتورها	۲۵۳

۱۲-۱۲ اتصال مخزن هوا به ورودی موتور	۲۵۳
۱۲-۱۳ وسیله‌ی سنجش جریان هوای چسبناک	۲۵۳
جریان‌سنج جرم هوای لوکاس – داو	۲۵۴
۱۲-۱۴ تغییرمکان مثبت جریان‌سنج‌ها	۲۵۴
۱۲-۱۵ رشته‌ی حرارتی یا سیم داغ دستگاه‌های بادسنج	۲۵۵
مراجع	۲۵۵
فصـــل سیزدهم " بازده حرارتی، سنجش گرما و تلفات مکانیکی"	**۲۵۷**
۱۳-۱ مقدمه	۲۵۹
۱۳-۲ اصول اساسی	۲۵۹
۱۳-۲-۱ ارزش گرمایی سوخت‌ها	۲۵۹
۱۳-۲-۲ سوخت‌های گازی	۲۶۰
۱۳-۲-۳ گاز نفت خام مایع (LPG یا LP-gas)	۲۶۱
۱۳-۳ سیکل‌های استاندارد ایده‌آل: اثر نسبت تراکم	۲۶۲
۱۳-۴ موازنه انرژی یک موتور درون‌سوز	۲۶۴
۱۳-۴-۱ سنجش تلفات گرما: انتقال گرما به تخلیه	۲۶۶
۱۳-۴-۲ نمونه‌ی محاسبات: آنالیز یک آزمایش موتور	۲۶۷
۱۳-۴-۳ نمونه محاسبات: گرماسنج خروجی	۲۶۸
۱۳-۵ موازنه انرژی: مقادیر نمونه	۲۶۹
۱۳-۵-۱ نقش توان نمایش داده شده در موازنه انرژی	۲۷۰
۱۳-۵-۲ نمونه محاسبات: پیشگویی موازنه انرژی	۲۷۰
۱۳-۵-۳ پیشگویی موازنه انرژی	۲۷۱
۱۳-۵-۴ جریان سوخت	۲۷۱
۱۳-۵-۵ جریان هوای ورودی	۲۷۱
۱۳-۵-۶ جریان آب خنک‌کننده	۲۷۲
۱۳-۵-۷ جریان خروجی	۲۷۲
۱۳-۶ موازنه انرژی برای توربوشارژر	۲۷۲
۱۳-۷ خلاصه مراحل در محاسبه‌ی موازنه انرژی در یک آزمایش موتور	۲۷۳
۱۳-۸ پیشگویی موازنه انرژی برای یک موتور ارائه شده	۲۷۳
۱۳-۹ سنجش تلفات مکانیکی در موتورها	۲۷۳
۱۳-۹-۱ اصول اساسی	۲۷۴
۱۳-۹-۲ آزمایش‌های موتورینگ	۲۷۵

۱۳-۹-۳ روش مورس ۲۷۶
۱۳-۹-۴ روش خطی ویلان ۲۷۶
مراجع ۲۷۷

فصـــل چهاردهم "فرآیند احتراق و تحلیل احتراق" ۲۷۹
۱۴-۱ مقدمه ۲۸۱
۱۴-۲ اثرات مهم در احتراق ۲۸۲
۱۴-۳ احتراق در موتور بنزینی ۲۸۲
۱۴-۴ احتراق در موتور دیزل ۲۸۳
۱۴-۵ اثرات نسبت هوا/ سوخت بر فرآیند احتراق ۲۸۴
۱۴-۶ نمودارهای فشار سیلندر ۲۸۶
۱۴-۷ آزادسازی انرژی کلی و لحظه‌ای ۲۹۲
آزادسازی انرژی لحظه‌ای ۲۹۳
۱۴-۸ موتور کامپیوتری شده و تکنولوژی نمایشگر و روش‌شناسی ۲۹۵
۱۴-۹ مدار اصلی و عملکرد زنجیر سنجش فشار ۲۹۶
۱۴-۱۰ مدارهای زمینی در تجهیزات شاخص ۲۹۹
۱۴-۱۱ تعیین دقیق موقعیت نقطه مرگ بالا ۳۰۰
۱۴-۱۲ یکپارچه‌سازی تجهیزات شاخص (EI) موتور در سلول تست ۳۰۱
۱۴-۱۳ سلول‌های کالیبراسیون گران‌ترین و جدیدترین موتورها ۳۰۲
۱۴-۱۴ حسگر ضربه ۳۰۳
۱۴-۱۵ مبدل فشار اندیکه موتور (EIPT) ۳۰۴
۱۴-۱۶ نصب EIPT و طراحی‌های خاص ۳۰۴
۱۴-۱۷ سنسورهای سرعت/ زاویه‌ی لنگ ۳۰۵
۱۴-۱۸ نتیجه‌ی محاسبات برای تحلیل احتراق ۳۰۵
۱۴-۱۸-۱ نتایج برگرفته از داده‌های اندازه‌گیری شده‌ی خام ۳۰۶
۱۴-۱۸-۲ نتایج مستقیم ۳۰۶
۱۴-۱۸-۳ نتایج غیرمستقیم ۳۰۷
مراجع ۳۰۹

واژه‌نامه انگلیسی– فارسی ۳۰۹
واژه‌نامه فارسی– انگلیسی ۳۱۲

پیشگفتار نویسندگان

شاید پیشگفتار این کتاب خواندنی‌ترین بخش آن باشد؛ چون تنها بخشی از کتاب است که می‌توانم از دکتر میکائیل پلینت دوست و همکارم در هر دو ویرایش اول به نیکی یاد کنم. کسی که به طور ناگهانی فقط چهار روز بعد از چاپ ویرایش دوم کتاب، در نوامبر ۱۹۹۸ فوت شد. بخش‌هایی که در ویرایش‌های قبلی توسط میکائیل انجام می‌شد، با بررسی دقیق خوانندگان و تجربیات بعدی خودم اصلاح شده است. در این ویرایش با بازنگری سرفصل‌ها تلاش کرده‌ام مطالب کتاب را برای پوشش پیشرفت فناوری، قوانین و بعضی از تجهیزات نوین در صنعت به‌روز کنم. همچنین بر اساس ۴۰ سال تجربه‌ام سعی کرده‌ام با هدف کم کردن مشکلات سازماندهی پروژه شامل: دفترچه مشخصات، بهینه‌سازی، ساختمان و تصدی‌گری آزمایشگاه‌های تست موتور، در بخش‌های فصل۱ ویرایش جدید، راهکارهای خوبی ارائه دهم.

محصول اصلی هر آزمایشگاه تست موتور جمع‌آوری داده‌ها و محصول فرعی آن، تجربه‌ای است که اعضای آن به‌دست می‌آورند. داده‌ها باید حاصل آزمون‌های تجربی باشند و هر بخش از آزمایشگاه تست موتور باید نقش خودش را در مجموعه به‌درستی ایفاء کند، تا اطمینان حاصل شود که داده‌های تست معتبر و تا حد امکان تکرارپذیر هستند.

در ویرایش اول این کتاب هدف نوشتن یک کتاب مرجعی از اطلاعات بود تا هر مهندسی را در مواجهه با مشکلات طراحی و اپراتوری در آزمایشگاه تست موتور یاری کند. امروزه مشکلات بیشتر شده است، زیرا ماهیت کنترل موتور تغییر چشمگیری کرده، قوانین سخت‌تر و پیشرفت فناوری سریع‌تر شده است. با اینکه قوانین فیزیک نقش عالی در دنیای علم دارند، اما فهم آن‌ها برای خوانندگان مبتدی و غیرمتخصص کمی مشکل است. امیدوارم ویرایش سوم این کتاب به خوانندگان کمک کند تا دید خوبی از مجموعه آزمایشگاه تست موتور به‌دست آورند و بتوانند مشکلاتی از این صنعت را حل کنند. با توجه به اظهار نظر خوانندگان در این ویرایش نسبت به دو ویرایش قبلی، محتوای بیشتر فصل‌ها به نحوی سازماندهی شده است که استفاده از کتاب را آسان‌تر کند. نگارش این ویرایش که فرآیند خسته‌کننده‌ای بود، بدون حمایت همسرم دیانا و دوستانم کامل نمی‌شد. افراد زیادی با راهنمایی‌های‌شان در کار نگارش ویرایش سوم مرا یاری کردند. باید از تمامی همکارانم در شرکت ای وی ال اتریش و بریتانیای کبیر تشکر کنم. مخصوصاً

استوارت براون، داوید موور و کالین فریمن که در کسب تجارب صنعت تست موتور ۲۰ سال گذشته اینجانب سهیم بوده‌اند. همچنین از داو روگرز، کرایگ اندرو، هانز ارلاچ و در آخر گرهارد مولر برای کمک‌های فراوانشان در بخش مدارهای الکتریکی تشکر می‌کنم.

آ. جی . مارتیر / ام. آ. پلینت

پیشگفتار مترجمان

موتورهای احتراق داخلی از قرن نوزدهم به عنوان پرکاربردترین دستگاه‌های تبدیل انرژی مطرح بوده و منبع انرژی بسیاری از نیازهای بشری در حمل و نقل، کشاورزی، کاوش‌های هوایی و فضایی و غیره بوده است. کشورهایی که در زمینه فناوری موتورهای احتراق داخلی سرمایه‌گذاری کرده‌اند، توانسته‌اند از مزایای بی‌شمار آن در کسب قدرت و ثروت استفاده کنند. فناوری موتورهای احتراق داخلی از کشور آلمان شروع شد و هم اکنون کشورهای بسیاری در این زمینه فعالیت دارند. در کشور ما نیز که در گذشته از این قافله عقب مانده بود، در چند دهه اخیر تلاش‌های خوبی در این زمینه انجام گرفته و پیشرفت‌های بسیاری حاصل شده است.

محدودیت ذخایر نفتی دنیا و نقش بارز خودروهای با سوخت فسیلی به عنوان یکی از منابع بزرگ آلودگی در شهرهای بزرگ از دلایل مهم برای استفاده بهینه از این سوخت‌ها می‌باشد. طراحی خودروها از آغاز بر پیشینه در دسترس بودن، ارزان بودن و فراوانی سوخت‌های فسیلی شکل گرفت. به همین دلیل، در گذشته کمتر تلاشی برای کم کردن آلاینده‌ها و یا استفاده از منابع دیگر انرژی صورت گرفته بود و بیشتر تلاش خودروسازان صرف افزایش توان، راحتی و کارایی محصولاتشان می‌شد، اما حجم بالای آلاینده‌ها در شهرهای پرازدحام از یک سوی و پی بردن به نزدیکی اتمام ذخایر سوخت‌های فسیلی از سوی دیگر باعث شده تا توجه جامعهٔ علمی و به تبع آن خودروسازان به استفاده از موتورهای بهینه و موتورهای با منابع انرژی تجدیدپذیر و پاک جلب شود. همچنین در پی بحران‌های انرژی و زیست‌محیطی به وجود آمده در ارتباط با آلودگی خودروها، بیشتر کشورهای دنیا، با هدف وضع قوانین سختگیرانه کاهش مصرف سوخت و آلودگی هوا، خودروسازان را در زمینه طراحی موتورهای مناسب مجبور به تکاپو کرده‌اند.

این تلاش‌ها که در مسیر بهینه‌سازی موتورهای فعلی و طراحی و ساخت موتورهای بهینه، با قابلیت استفاده از سوخت‌های جایگزین در حال انجام است، پژوهش در مورد موتورهای کارآمدتر با اتلاف انرژی و آلایندگی کمتر امری اجتناب ناپذیر کرده است. از طرف دیگر اساس کار صنایع در آزمایشگاه‌ها ریخته می‌شود و کارهای تحقیقاتی و پژوهشی دانشمندان در آزمایشگاه‌ها، راه و روش مهندسان و سازندگان فردا را تشکیل می‌دهند و علت تغییر و تبدیل سریع روش‌های کار در صنعت نیز به همین دلیل می‌باشد. در این راستا آزمایشگاه‌های تست موتورهای احتراق داخلی

برای اهداف انجام آزمون‌های تجربی برروی موتورها و پیدا کردن نقاط بهینه عملکرد آنها از نظر قدرت، مصرف سوخت و آلودگی محیط زیست توسعه یافته‌اند. در کشور ما نیز مراکز مهم آزمایشگاهی تست موتورهای احتراق داخلی برای کمک به رشد صنعت موتور سازی فعال هستند، اما منابع فارسی در این زمینه بسیار محدود می‌باشد. امید است ترجمه این کتاب به دانشجویان و علاقه‌مندان صنعت موتورسازی کشور کمک کند تا مسیر ترقی فناوری موتورهای احتراق داخلی با شتاب بیشتری پیموده شود.

دکتر علی میرمحمدی- دکتر فرامرز آشنای قاسمی
اعضای هیأت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی
تهران- تابستان ۱۳۹۵

فصـــل اول

مشخصات آزمایشگاه تست موتور،
یکپارچه‌سازی سیستم و سازمان‌دهی پروژه

۱-۱ مقدمه

آزمایشگاه تست موتور مجموعه پیچیده‌ای از تجهیزات، ابزار دقیق و خدمات پشتیبانی است که با هدف تست یک موتور ساخته‌شده یا تغییر کاربری آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. تجهیزات زیاد آزمایشگاه تست موتور برای عملکرد صحیح و کم هزینه و تأمین نیازهای اپراتوری و تنظیمات مختلف باید با همدیگر سازگار باشند.

امروزه محققان موتور و خودرو در فرآیند بهبود عملکرد موتور نیاز به اندازه‌گیری تغییرات حاصل دارند. این تغییرات اغلب آن‌قدر کوچک هستند که نیاز به بهترین ابزار دقیق دارند، تا تغییرات خیلی ریز در عملکرد را نشان دهد. دقت اندازه‌گیری مستلزم آن است که ابزار دقیق در داخل آزمایشگاه تست موتور به‌صورت یکپارچه باشد؛ تا داده‌های عملکردی تحت تأثیر محیط و دستگاه‌های پشتیبانی که به آن‌ها متصل‌اند در معرض خطر قرار نگیرد.

آزمایشگاه‌های تست موتور از نظر اندازه‌گیری نرخ توان و عملکرد تفاوت چشمگیری با هم دارند. علاوه بر این سلول‌های تست زیادی نیز برای موارد خاصی نظیر آزمایشگاه تست، مطالعه سر و صدای موتور، روغن‌های روان کاری یا آلاینده‌های اگزوز وجود دارند.

محصول رایج همه این آزمایشگاه‌های تست موتور داده‌هایی هستند که برای تأیید، اصلاح، توافق یا توسعه معیارهای عملکرد تمامی یا بخشی از موتورهای تست‌شده به کار می‌روند. تمامی تجربیات حاکی از ارتباط صحت داده‌های تست با ابزار دقیق انتخاب‌شده برای تولید آن و سیستمی است که ابزار در آن کار می‌کند.

ساخت یا اصلاح جزئی یک آزمایشگاه تست موتور مدرن هماهنگی طیف گسترده‌ای از مهارت‌های تخصصی مهندسی را نیاز دارد. بسیاری از مدیران فنی به این نتیجه رسیده‌اند که این کار خیلی پیچیده‌ای است.

مهارت‌های لازم برای کنار هم قرار دادن سیستم‌های آزمایشگاه تست موتور با اجزای خیلی زیاد آن، مخصوصاً در ایالات‌متحده، نقش مخصوصی به‌نام یکپارچه‌سازی سیستم را در صنعت ایجاد کرده است. در مدل این صنعت، یک شرکت یا گاهی مشاور، با یکی از مهارت‌های اصلی، مسئولیت قراردادی برای یکپارچه‌سازی تمامی اجزای آزمایشگاه تست موتور از تأمین کنندگان مختلف را بر عهده می‌گیرد. معمولاً نقش یکپارچه‌سازی را تأمین کنندگان سیستم‌های کنترل آزمایشگاه تست موتور بر عهده دارند و این نقش به یکپارچه‌سازی دینامومتر و ابزار دقیق مرکز کنترل محدود می‌شود.

در اروپا، به دلیل توسعه بلندمدت آزمایشگاه تست موتور، نحوه ساخت دینامومترهای صنعتی تا حدودی متفاوت بوده و تعداد کمی از شرکت‌ها دارای مجوز تست هستند.
به دلیل اینکه مفهوم یکپارچه‌سازی سیستم‌ها با تعریف نقش آن در درون پروژه که پاسخ‌گوی قابلیت نهایی یک آزمایشگاه تست موتور باشد خیلی مفید است؛ این اصطلاح در صورت لزوم در ادامه فصل استفاده خواهد شد. این فصل اهمیت ذاتی مشخصات کاربر خوب و چارت‌های سازمانی مختلف مورد نیاز برای تکمیل یک پروژه آزمایشگاه تست موتور موفقیت آمیز را بیان می‌کند.

۱–۲ مشخصات آزمایشگاه تست موتور

بدون روشن شدن مشخصه‌های مبهم یک پروژه پیچیده، نباید به آن اجازه ادامه کار داده شود.
این کتاب استفاده از سه سطح مشخصات را پیشنهاد می‌کند:
۱- مشخصات عملیاتی: توصیف کلی طراحی و ساخت یک آزمایشگاه تست موتور قبل از عقد هرگونه قرارداد است که توسط کاربر تهیه‌شده است.
۲- مشخصات عملکردی: توصیف قابلیت و توسعه آینده آزمایشگاه تست موتور است که توسط گروه کاربران دارای مهارت‌های لازم، به‌عنوان بخشی از یک مطالعه امکان‌سنجی توسط یک شخص ثالث و یا پیمانکار اصلی به‌عنوان بخشی از فاز اول یک قرارداد، تهیه شده است.
۳- جزئیات مشخصات عملکردی: توصیف جزئیات چگونگی کارکرد پروژه‌ای می‌باشد که در قالب قرارداد فی‌مابین طراحی‌شده است.

۱–۳ ایجاد مشخصات عملیاتی

هدف از این فصل تمرکز بر روی مشخصات عملیاتی است که به صورت یک سند توسط کاربر تهیه می‌شود. برخی جزئیات مشخصات عملکردی در فصل‌های بعدی که فرایند طراحی را پوشش می‌دهند، بیان می‌شود. مشخصات عملکردی باید شامل بیان روشنی از هدف آزمایشگاه تهیه شده باشد و نیاز به مشخص کردن جزئیات تجهیزات مورد نیاز و یا گذاشتن آن روی سایت خاصی نیست. مشخصات کاربری را کاربر تعریف می‌کند. اولین نقش کاربر به طور معمول پشتیبانی مالی نرم‌افزار و برنامه‌ریزی طرح می‌باشد. همچنین کاربر، مرجع مستندات با تمامی جزئیات است. شرح مختصر پیش‌بینی روش پذیرش تست در میان مستندات امری معقول است؛ زیرا این ابزار بهتری برای توسعه و برقراری ارتباط میان نیازهای متقاضی و توصیف نتایج کار برای متقاضی می‌باشد. لذا:

- همیشه سیاست درست آن است که در فاز اول، آنچه را که در بازار موجود است شناسایی و مشخصات هر بخش را با دقت مطالعه کرد تا جوابگوی نیازها باشد و بعد از آن باید قیمت را کاهش داد.
- آگاهی از هزینه‌های عمومی در این فاز می‌تواند بر سرمایه و هزینه‌های جاری آن اثر دائمی داشته باشد.

به دلیل نیاز به طیف وسیعی از مهارت‌ها در طراحی و راه‌اندازی یک آزمایشگاه تست موتور سبز، دستیابی به یک مشخصه خاص که کاملاً رضایت‌بخش یا لااقل برای متقاضیان متخصص قابل قبول باشد، بسیار دشوار است.

نیازهای جزئیات طراحی سازه نظیر نشت‌بندی سقف یا بارهای وارده بر کف که باید قبل از طراحی جزئیات طرح داخلی نهایی شده باشد، مشکلات را چند برابر می‌کند. بهتر است که اسناد مشخصات عملیاتی شامل اظهارات عمومی و هرگونه شرایط موجود و یا محدودیت‌های ممکن و مؤثر در طرح تأسیسات ارائه شده باشد. باید هرگونه تجهیزات موجود یا تجویزی برای یکپارچه‌سازی، فهرست‌بندی شود. همچنین سطح نیروی انسانی و استانداردهای خاص تأسیساتی باید تأمین شود. در مجموع حداقل باید سؤال‌های زیر جواب داده شود:

- اهداف اولیه و ثانویه از تسهیلات در نظر گرفته شده چیست؟ آیا این توانمندی‌ها می‌تواند به مجموعه قابل محسوسی از روش‌های مورد پذیرش برای اثبات اهدافی که حاصل خواهد شد، منجر شود.
- مفهوم واقعی واحد تحت تست[1] چیست؟
- داده‌های تست (محصول تسهیلات) چگونه نمایش، توصیف، ذخیره و پس‌پردازش می‌شود؟
- چه امکان توسعه مشخصات یا اهداف بیشتری برای طرح اولیه باید تهیه شود و تا چه حد چنین آینده‌نگری هزینه‌های پروژه را افزایش می‌دهد؟
- آیا امکان استفاده از تجهیزات بیشتر علاوه بر تجهیزات اولیه وجود دارد و این چه اثری بر فضای مورد نیاز دارد؟
- واحد تحت تست از کجا می‌خواهد تأمین شود؟
- واحد تحت تست هر چند وقت یک بار باید تغییر کند و با چه ترتیبی به داخل و بیرون سلول‌های تست حمل می‌شود؟

[1] Unit Under Test (UUT)

- چند نوع و چقدر از سوخت‌های مختلف مورد نیاز است و چه مخزنی برای سوخت خاص و یا سوخت مرجع ساخته‌شده است؟
- نرخ تأمین برق موردنیاز چقدر است؟
- تا چه حد باید از لرزش موتور و سر و صدای اگزوز آن در داخل ساختمان و در اطراف آن کاسته شود؟
- آیا تمام مقررات محلی (آتش‌نشانی، ایمنی، محیط‌زیست، شیوه‌های کار و غیره) مطالعه شده و در مشخصات در نظر گرفته شده است؟

۱–۴ مطالعات امکان‌سنجی و امکان طرح و برنامه‌ریزی

ارائه اهداف تولید یک سایت مخصوص مشخصات عملکردی، می‌تواند شامل طرح‌های مختلف با قیمت اولیه یا مسائل عملیاتی مربوط به خود باشد. در تمامی موارد گزارش اثر محیط، باید شامل هردو اثر تجهیزات و محیط آن و در مورد آزمایشگاه اندازه‌گیری اثر آلایندگی کم در محل آزمایشگاه باشد.

کلیه کارهای تحقیقاتی در صنعت مطالعات امکان‌سنجی است. لذا کل آزمایشگاه یا آن بخشی از آن که ابهام دارد باید برنامه‌ریزی شده و تمامی استراتژی‌های مختلف در آن پوشش داده شود. در ایالات‌متحده آمریکا، این نوع کار اغلب تحت عنوان یک قرارداد طراحی بسته می‌شود.

راز موفقیت چنین مطالعاتی، تعریف صحیح نیازها یا "تحویل" است که باید پاسخ‌گوی معضلات فنی و بودجه باشد و توصیه‌های روشن و مشکلات ممکن را تا آنجا که امکان‌پذیر است ارائه دهد. این بررسی‌ها باید مستقل از سرمایه‌گذار انجام شود. متن نهایی باید قادر به اختلاط آسان عملیات و اسناد مشخصات عملکردی باشد.

مطالعه‌ی امکان‌سنجی همواره به‌صورت یک مرحله خاص و به‌عنوان یک تخصص مناسب مورد توجه و استفاده می‌شود. این مطالعه باید دلیل سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی طرح را ثابت کند. به این منظور، باید نتیجه آن در محتوای یک طرح و نقشه نمایش گرافیکی از کارهای ساختمان نهایی باشد.

۱–۵ الگوبرداری

در هنگام عرضه داشته‌ها، رقابت با دیگر آزمایشگاه‌ها و یا روش‌های تست همیشه مفید است. الگوبرداری صرفاً یک ابزار مدرن برای یک فعالیت است که توسط سازندگان محصولات در نظر

گرفته شده و در بازار تجربه شده است. احتمالاً از زمانی که اولین سازنده سنگ چخماق وارد بازار شد، این عمل مقایسه محصول خود با محصولات رقیب و تولیدات و روش آزمایش خود با رقبا رایج شده است. امروزه این مقایسه بسیار رسمی و بدون هیچ مشکلی انجام می‌شود. در این فرآیند، خودرو و یا قطعات آن با موارد مشابه‌شان در بازار مقایسه و توسط تولیدکنندگان خریداری و تست می‌شوند. سپس هرگونه ویژگی‌های آن‌ها که پیشرفته‌تر از محصولات خود تولیدکننده باشد، به نوعی کپی خواهد شد. همچنین امکانات تست مخصوص الگوبرداری نیز وجود دارد. اقدامات پیشگیرانه برای کپی کردن با درج مشخصات تأسیسات ساخته‌شده نیز امکان‌پذیر است. این موضوع اهمیت پوشش ثبت اختراع، جلوگیری از انتقال اطلاعات محرمانه توسط کارکنان ناراضی و حفظ محرمانه بودن در طول روند توسعه را افزایش می‌دهد.

۱–۶ مقررات ایمنی و مجوزهای برنامه‌ریزی مربوط به آزمایشگاه تست موتور

امکان‌سنجی نه تنها پویایی فنی و بازرگانی را تضمین می‌کند، بلکه به کاربر اجازه می‌دهد تا یک آزمایشگاه تست موتور جدید یا تغییر یافته ایجاد کند. بنابراین، فرد مسئول باید بحث و تبادل‌نظر را در مراحل اولیه با سازمان‌های زیر در نظر بگیرد:

- مقامات برنامه‌ریزی‌های محلی.
- دفاتر نفتی و سازمان آتش‌نشانی محلی.
- دفتر محیط‌زیست محلی.
- بیمه ساختمانی.
- مقامات محلی تأمین‌کننده برق.
- تأمین کنندگان تجهیزات آزمایشگاه.

استفاده از کلمه محلی یک نکته است. مقررات اندکی که خاص سلول‌های تست موتور باشند، وجود دارد. بسیاری از قوانین اروپایی عمومی است و اغلب عواقب ناخواسته‌ای را برای صنعت تست خودرو در پی دارد. بیشتر قوانین به‌صورت محلی تفسیر می‌شود و طبیعت تفسیر به تجربه صنعتی مقامات بستگی دارد که می‌تواند خیلی متغیر باشد. همیشه این خطر وجود دارد که مقامات با تجربه نسبت به تأسیسات تست موتور واکنش نشان دهند و محدودیت‌هایی غیرواقعی را در طراحی تحمیل کنند. یادآوری یک اصل پایه که طرح باید برای چندین سال در بازار رقابت باقی بماند، مفید است.

یک آزمایشگاه تست موتور استفاده کننده از سوخت‌های مایع، برای مهار آتش‌سوزی در کلاس ۲ می‌باشد. فضای داخلی آزمایشگاه تست موتور ذاتاً امن نیست؛ زیرا موتور در زمان تست فراتر از شرایط عملکردی معمول آن کار می‌کند. بنابراین در سلول باید خطرات را به حداقل رسانده و از دسترسی انسان به موتور در زمانی که موتور در حال تست است، جلوگیری کرد (فصل ۴ طراحی مرکز کنترل و آزمایشگاه تست موتور را ببینید).

بیشتر فرآیندهای عملیاتی که در آزمایشگاه تست موتور انجام می‌شود، معمولاً خطرناک‌تر از موارد تجربه شده در زندگی واقعی مکانیک‌های شاغل در تعمیرگاه‌های خودرو یا کارکنان پیست مسابقات خودرورانی نیست. تفاوت عمده این است که در آزمایشگاه، موتور در یک فضای متفاوت از شرایط طراحی‌شده و به‌صورت ایستا کار می‌کند. البته نزدیک بودن اپراتور به موتور، به طور بالقوه خطرناک می‌باشد.

بستن درب آزمایشگاه تست موتور برای جلوگیری از دسترسی به موتور در حال کار در سرعت بالا، از تلاش برای ایمن کردن قطعات گردنده با ساخت محافظ‌هایی مهار شده که ممکن است در صورت استفاده نامناسب عملیاتی در بروند، منطقی‌تر است.

تهیه‌کنندگان مشخصات عملیاتی سطح بالا، نیاز ندارند خود را با برخی از جزئیات نگران و درگیر کنند. آن‌ها به سادگی بیان می‌کنند که بهترین اصول صنعتی و انطباق با قانون فعلی مورد نظرشان است.

در فاز مشخصات عملیاتی، باید از اعمال خودسرانه شیوه‌های عملیاتی موجود در یک آزمایشگاه تست موتور جدید اجتناب شود تا تأییدیه مناسب دریافت شود. زیرا استفاده از شیوه‌های خودسرانه ممکن است مزایای ذاتی امکان توسعه تکنولوژیکی موجود را محدود کنند.

یکی از محدودیت‌هایی که معمولاً در ساختمان‌های تأسیسات اعمال می‌شود مربوط به تعداد و ماهیت دودکش‌ها و یا کانال‌های تهویه است. این امر اغلب موجب تنش بین طراحان معمار و برنامه‌ریزان و طراحان تجهیزات می‌شود. با کمی هوشیاری می‌توان برخی از این آیتم‌های ضروری را عوض کرد تا طرح فضای بیشتری برای کانال‌های عمودی ورودی و خروجی به‌دست دهد. با آن‌که ممکن است از طریق این کانال‌ها، سروصدا به محیط اطراف آزمایشگاه تست موتور کاهش یابد، اما فضای مورد نیاز برای میرا کردن صدای طرح، نقشه داخل سلول تست را پیچیده می‌کند (فصل ۳، ارتعاش و سروصدا).

از طرفی استفاده از سوخت‌های گازی، محدودیت‌های ویژه‌ای بر طراحی تأسیسات تست تحمیل می‌کند و چنانچه در مشخصات عملیاتی نیاز باشد، مقامات مربوطه و پیمانکاران متخصص باید

در فاز برنامه‌ریزی حاضر شوند. این تغییرات ممکن است شامل پنل‌های کاهنده فشار انفجار در ساختمان سلول و کانال‌های اگزوز باشد که لازم است از آغاز طرح در دستور کار قرار گیرند.

۱-۷ مشخصات سیستم داده‌برداری و سیستم کنترل

انتخاب نرم‌افزار اتوماسیون آزمایشگاه تست موتور به عنوان بخشی از مشخصات عملکردی نیست، اما چون بخشی از مشخصه کاری خواهد بود، به طور خاص عامل مهمی برای تصمیم‌گیری تجاری- تکنیکی در فضای جمع و جور ساختمان سلول‌های تست مدرن می‌باشد و اهمیت زیادی دارد.

نرم‌افزار اتوماسیون آزمایشگاه تست موتور در مرکز عملیات ساختمان قرار دارد و نقش مهمی در یکپارچه‌سازی سیستم نهایی دارد. بنابراین انتخاب یک مجموعه نرم‌افزار ساده نیست و بلکه نقش کلیدی در طراحی و توسعه آینده ساختمان دارد.

در آزمایشگاه‌های تست موتوری که سیستم‌های آن‌ها کاملاً کامپیوتری است، باید:

- تمامی تأمین کنندگان سخت‌افزار و نرم‌افزار، باید محلی و قابل دسترسی باشند.
- برای اولین بار، نصب باید حتماً توسط خود شرکت سازنده آن انجام شود.
- سطح آموزش اپراتور و نیازهای حمایتی برای هرکدام از سیستم‌های فهرست شده باید انجام شود.
- سیستم کنترل باید قابلیت سازگاری با هر سخت‌افزار جایگزین دیگری را داشته باشد.
- سخت‌افزار و نرم‌افزار، قابلیت ارتقاء و بروز رسانی داشته باشند.
- استفاده از هر یک از داده‌های قبلی و به‌دست آمده از امکانات جدید، باید امکان‌پذیر باشد.
- تست باید تکرارپذیر باشد.
- کالیبراسیون و تنظیمات لازم باید آسان باشد.
- نمایش داده‌ها و گزینه‌های پس از پردازش باید انعطاف‌پذیر باشد.

یک رویکرد هدفمند اجازه می‌دهد تا یک "جدول امتیازدهی" تهیه شود و به کمک آن مقایسه با سیستم‌های رقیب به‌صورت عینی امکان‌پذیر گردد. به اشخاصی که مشخصات کامل را تهیه می‌کنند، پیشنهاد می‌شود که به دقت نقش اپراتورهای آزمایشگاه تست موتور را در نظر بگیرند. ارتقاء زیاد سیستم کنترل و دسترسی به داده‌های زیاد تست، محیط کار اپراتور سلول را کاملاً تغییر خواهد داد. تحمیل سیستم‌های اضافی به مصرف‌کننده‌ها، در صورت کافی نبودن آموزش یا نداشتن دستورالعمل مناسب، هرگز کارایی لازم را نخواهد داشت.

۱–۸ استفاده از دستورالعمل تأمین کنندگان

قابلیت ثبت دقیق و سریع شماره‌ها در سربرگ‌های مشخصات در سیستم‌های کامپیوتری کار را خیلی آسان می‌کند. ثابت‌های زمانی مؤثر در بیشتر فرآیندهای تست موتور با سرعت دسترسی به داده‌های کامپیوتری بستگی ندارند، بلکه با فرآیندهای فیزیکی اندازه‌گیری و کنترل محدود می‌شوند. بنابراین سرعتی که دینامومتر می‌تواند در جذب گشتاور تغییر ایجاد کند بیشتر با نرخ شار مغناطیسی ایجاد شده در سیم‌پیچ‌هایش یا نرخ تغییر جرم آب داخل آن انجام می‌شود و نیازی به محاسبه دوباره سرعت الگوریتم کنترلی آن نمی‌باشد. مهارت در استفاده از چنین اطلاعاتی برای شناسایی اعدادی است که مربوط به کار مورد نیاز است. البته سرعت زیاد اغلب خوب نیست و خیلی گران هم تمام می‌شود.

۱–۹ مشخصات تابعی: بعضی مشکلات متداول

مشخصات ساختمان یک سلول تست تابع نوع کاربرد آن است. مشخصات کاربردی بیان می‌کند که چگونه مرکز وظایف تعریف شده خود و آنچه را شامل آن خواهد شد انجام می‌دهد. در صورتی که مشخصات کاربردی به عنوان پایه‌ای برای یک هدف رقابتی استفاده شود آن وقت باید از تجویز داده‌های غیرضروری جلوگیری شود. تجویز زیادی مشخصات، یا آن‌هایی که از نظر فنی کم ارزش هستند، مشکلات پیمانکاران متخصص را زیاد می‌کند. نوع اول ممکن است جلوی راه‌حل‌های بهتر و مقرون به صرفه را بگیرد، در حالی که نوع دوم منجر به این می‌گردد که اگر یک شرکت بی‌تجربه برنده مناقصه باشد، ممکن است انتظارات کارفرما پاسخ دهد. تجویز زیاد ممکن است در اثر تطبیق بد ابزار دقیق در محدوده گسترده‌ای از عملیات نتایج غیر واقعی زیر سیستم‌ها را نیز نتیجه دهد.

یک مشکل متداول در مشخصات آزمایشگاه تست موتور مربوط به طیف وسیعی از موتورهایی است که می‌توانند در یک آزمایشگاه تست موتور و با استفاده از تجهیزات مشترک و یک سیستم تک شفت تست شوند. پرواضح است که اگر در یک آزمایشگاه تست موتور، تست محدوده کامل موتورهای تولیدی سازندگان را بتوان انجام داد، از نظر اقتصادی عالی است. با این حال، مشکلات طراحی دقیق و پیامدهای تعمیر و نگهداری پس از آن، ممکن است شرایطی را اعمال کند که به مراتب بیشتر از هزینه ایجاد دو یا چند سلول بوده و در محدوده کمتری برای چند موتور بهینه‌شده است. این نه تنها یک مشکل اساسی در سرویس‌های سیال و ابزارهای مورد نیاز برای اندازه‌گیری