

مبانی بالستیک

ترجمه و تألیف: مهندس حسین کیا

دکتر علی مهدی پور عمرانی

سرشناسه: کیا، حسین، ۱۳۶۲ - گردآورنده، مترجم

عنوان و نام پدیدآور: مبانی بالستیک / ترجمه و تالیف حسین کیا، علی مهدی پور عمرانی.

مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۹۱. مشخصات ظاهری: ۳۴۶ ص.

وضعیت فهرست نویسی: فیا یادداشت: کتبلته: ص. ۳۴۳.

موضوع: بالستیک - سلسله افزوده: مهدی پور عمرانی، علی، گردآورنده، مترجم

سلسله افزوده: دانشگاه صنعتی مالک اشتر

رده بندی کنگره: ۱۳۹۱ م ۶۹۰/۵۴۸۲ UFAY رده بندی دیویی: ۶۲۳/۵۱-۲۰۲ رده بندی ملی: ۳۹۹۴-۶۵



انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر



دانشگاه صنعتی مالک اشتر

مجمع دانشگاهی مواد و فناوریهای ساخت

عنوان کتاب: مبانی بالستیک
ترجمه و تالیف: مهدی پور حسین کیا، دکتر علی مهدی پور عمرانی
ناشر: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
طرح روی جلد: فریناز عسگری
لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
صفحه آرای رایانه ای: حسین میرزایی
ویراستار ادبی: امین پژوهش جهرمی
شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول، پاییز ۹۱
قیمت: ۱۹۷۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-5665-40-6

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۶۶۵-۴۰-۶

کلیه حقوق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نقل مطالب فقط با ذکر مشخصات کامل کتاب و با اشاره به نام ناشر مجاز است.

آدرس: تهران، لویزان، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مرکز فناوری اطلاعات و خدمات علمی تهران

مدیریت انتشارات، تلفن: ۲۲۹۳۲۸۹۱

فهرست مطالب

پیش گفتار.....	۱
فصل اول: تاریخچه بالستیک.....	۳
۱-۱. بالستیک خارجی.....	۵
۱-۱-۱. دوره پیش از نیوتون.....	۵
۲-۱-۱. دوره پس از نیوتون.....	۸
۲-۱. بالستیک داخلی.....	۱۰
۱-۲-۱. پیدایش باروت.....	۱۰
۲-۲-۱. اندازه گیری های اولیه.....	۱۱
۳-۲-۱. اصول سامانه های اندازه گیری.....	۱۲
۴-۲-۱. مهمات جدید.....	۱۳
۳-۱. بالستیک نهایی.....	۱۴
۴-۱. بالستیک جراحت و بالستیک قانونی.....	۱۴
فصل دوم: بالستیک داخلی (بخش اول).....	۱۵
۱-۲. تعریف جنگ افزار و بالستیک داخلی.....	۱۷
۲-۲. اجزای بالستیکی جنگ افزار.....	۱۷
۳-۲. جنگ افزار های کاربردی.....	۱۹
۴-۲. گلوله (مرمی).....	۲۱
۱-۴-۲. گلوله هایی که قطر آنها برابر کالیبر جنگ افزار است.....	۲۱
۲-۴-۲. گلوله های کفشک دار.....	۲۲
۳-۴-۲. ساچمه.....	۲۴
۵-۲. خرج.....	۲۴
۱-۵-۲. خواص اصلی.....	۲۴
۲-۵-۲. ترکیب شیمیایی خرج.....	۲۶
۳-۵-۲. قانون پیو برت.....	۲۷

۲۸	۲-۵-۴. نرخ سوزش.....
۲۹	۲-۵-۵. شاخص فشار.....
۳۰	۲-۵-۶. ثابت نیرو، کووالیوم و دمای شعله.....
۳۲	۲-۵-۷. اندازه بالستیکی.....
۳۳	۲-۵-۸. تابع فرم و شکل خرج.....
۳۶	۲-۶. جاشنی.....
۳۸	۲-۷. مرحله آتش.....
۴۰	۲-۷-۱. نمودارهای فشار بر حسب فاصله و زمان.....
۴۱	۲-۷-۲. نیروهای موثر بر گلوله.....
۴۳	۲-۷-۳. توزیع انرژی.....
۴۴	۲-۷-۴. فشار گازهای ناشی از احتراق خرج.....
۴۵	۲-۷-۵. فشار بیشینه (بیشینه فشار).....
۴۶	۲-۷-۶. پایان یافتن احتراق.....
۴۸	۲-۷-۷. دانه‌های افزایشی.....
۴۹	۲-۸-۸. عمر لوله.....
۴۹	۲-۸-۱. خوردگی.....
۵۰	۲-۸-۲. خراشیدگی.....
۵۱	۲-۸-۳. سایش.....
۵۵	۲-۸-۴. عمر واقعی (عملی) لوله جنگ‌افزار.....
۵۶	۲-۸-۵. اعوجاج لوله جنگ‌افزار.....
۵۶	۲-۹. جنگ‌افزارهای بدون عقب‌نشینی.....
۵۹	فصل سوم: بالستیک داخلی (بخش دوم).....
۶۱	۳-۱. هدف.....
۶۲	۳-۲. قانون نرخ سوزش.....
۶۳	۳-۳. تابع فرم.....
۶۵	۳-۴. محفظه بسته.....
۶۵	۳-۴-۱. معادله حالت.....

۶۷	۳-۴-۲. ثابت نیرو
۶۷	۳-۴-۳. اندازه گیری کووالیوم و ثابت نیرو
۶۸	۳-۵. انرژی آزاد شده
۶۹	۳-۶. توازن انرژی
۷۲	۳-۷. معادلات حرکت
۷۳	۳-۸. خلاصه معادلات بالستیک داخلی
۷۴	۳-۹. حل های کلاسیک
۷۵	۳-۱۰. مدل کردن فرآیند به وسیله رایانه
۷۵	۳-۱۰-۱. مدل پارامتر مجموع
۷۸	۳-۱۰-۲. روش تفاضل محدود
۷۹	۳-۱۱. مدل لدوک برای تحلیل بالستیک داخلی
۸۵	۳-۱۲. بالستیک داخلی جنگ افزارهای بدون عقب نشینی دو محفظه ای
۸۶	۳-۱۲-۱. معادله حرکت گلوله
۸۷	۳-۱۲-۲. محاسبه فشار در محفظه اول
۹۰	۳-۱۲-۳. معادلات دیفرانسیل بنیادین محفظه دوم
۹۲	۳-۱۲-۴. بالستیک داخلی پس از پایان سوخت
۹۳	۳-۱۲-۵. بالستیک داخلی پس از پایان سوخت در حالی که دما نیز در محاسبات لحاظ شود
۹۶	۳-۱۳. نتیجه گیری
۹۷	فصل چهارم: بالستیک میانی
۹۹	۴-۱. تعریف بالستیک میانی
۱۰۰	۴-۲. جریان گازها در دهانه جنگ افزار
۱۰۳	۴-۳. جریان گازها در اطراف دهانه جنگ افزار هنگام مرحله آتش (شلیک گلوله)
۱۰۳	۴-۳-۱. جریان گازها پیش از خروج گلوله
۱۰۵	۴-۳-۲. جریان گازها پس از خروج گلوله
۱۰۷	۴-۴. جرقه
۱۱۲	۴-۵. موج انفجار
۱۱۹	۴-۶. عقب نشینی
۱۲۱	۴-۷. پیچیدگی ها و دشواری های بالستیک میانی

۱۲۳	فصل پنجم: بالستیک خارجی (بخش اول).....
۱۲۵	۱-۵. مبانی.....
۱۲۶	۲-۵. حرکت در خلاء.....
۱۲۸	۳-۵. مقاومت هوا.....
۱۲۸	۱-۳-۵. پسای جلو.....
۱۳۰	۲-۳-۵. موج شوک.....
۱۳۲	۳-۳-۵. پسای پشت.....
۱۳۳	۴-۳-۵. اصطکاک پوسته گلوله.....
۱۳۳	۵-۳-۵. پسای برآمدگی.....
۱۳۴	۶-۳-۵. نوسانات مقدار پسا.....
۱۳۵	۷-۳-۵. مسیر پرواز حقیقی گلوله در هوا.....
۱۳۷	۸-۳-۵. ضریب پسا.....
۱۳۸	۴-۵. شکل گلوله.....
۱۴۰	۵-۵. روش‌های کاهش مقاومت در برابر گلوله.....
۱۴۰	۱-۵-۵. دم قایقی.....
۱۴۲	۲-۵-۵. شکل دماغه.....
۱۴۴	۳-۵-۵. روش سوخت‌گذاری در پشت گلوله.....
۱۴۵	۶-۵. پایداری گلوله.....
۱۴۵	۱-۶-۵. انحراف حرکتی گلوله از مسیر.....
۱۴۶	۲-۶-۵. پسا، نیروی جانبی باد، و گشتاور چرخش زیاد گلوله.....
۱۴۷	۷-۵. روش‌های پایدارسازی حرکت گلوله.....
۱۴۷	۱-۷-۵. پایداری‌سازی با بالک (گلوله‌های باله‌دار).....
۱۴۹	۲-۷-۵. پایدارسازی حرکت گلوله با اِعمال چرخش به آن (ژیروسکوپ).....
۱۵۲	۳-۷-۵. اثر چرخش‌های خیلی زیاد و خیلی کم گلوله، روی پایداری آن.....
۱۵۳	۸-۵. انحراف سمتی (جانبی).....
۱۵۳	۱-۸-۵. تعاریف.....
۱۵۴	۲-۸-۵. انحراف سمتی ناشی از انحراف حرکتی گلوله.....
۱۵۷	۹-۵. اثر مگنوس.....

۱۵۹	۱۰-۵. اثر شرایط جوی و هوا.....
۱۵۹	۱-۱۰-۵. خصوصیات اتمسفر.....
۱۶۲	۲-۱۰-۵. ویسکوزیته مطلق.....
۱۶۳	۳-۱۰-۵. ویسکوزیته سینماتیک.....
۱۶۴	۴-۱۰-۵. اثرات باد.....
۱۶۴	۵-۱۰-۵. سرعت صوت در هوا.....
۱۶۵	۱۱-۵. گردش زمین.....
۱۶۸	۱۲-۵. راکت‌ها.....
۱۶۸	۱-۱۲-۵. بررسی‌های مربوط به سرعت.....
۱۶۹	۲-۱۲-۵. دقت و پایداری حرکتی راکت‌ها.....
۱۷۱	فصل ششم: بالستیک خارجی (بخش دوم).....
۱۷۳	۱-۶. چکیده.....
۱۷۳	۲-۶. مسیرهای پرواز.....
۱۷۳	۱-۲-۶. فرضیات.....
۱۷۴	۲-۲-۶. حرکت سهموی در خلاء.....
۱۷۵	۳-۲-۶. برد افقی و زمان پرواز.....
۱۷۶	۴-۲-۶. محاسبه مسیرهای پرواز به وسیله رایانه.....
۱۷۷	۵-۲-۶. مسیرهای راکت.....
۱۷۸	۶-۲-۶. رانش راکت.....
۱۸۰	۷-۲-۶. پسا راکت.....
۱۸۱	۸-۲-۶. معادلات مربوط به مسیر حرکتی راکت‌ها.....
۱۸۳	۳-۶. حرکت سیال.....
۱۸۳	۱-۳-۶. سیالات.....
۱۸۵	۲-۳-۶. ضریب پسا.....
۱۸۶	۳-۳-۶. تشابه دینامیکی.....
۱۸۷	۴-۳-۶. رابطه بین ضریب پسا و عدد رینولدز.....
۱۸۸	۵-۳-۶. جریان آرام و مغشوش.....
۱۸۹	۶-۳-۶. لایه مرزی ویسکوز (چسبده).....

۱۹۲	۴-۶. آیرودینامیک.....
۱۹۳	۱-۴-۶. نیروهای آیرودینامیکی موثر روی یک پرتابه.....
۱۹۵	۲-۴-۶. تغییرات ضرایب آیرودینامیکی با زاویه انحراف.....
۱۹۸	۳-۴-۶. پایداری ژيروسکوپي.....
۱۹۸	۴-۴-۶. فرقه دوار.....
۲۰۰	۵-۴-۶. سرعت‌های زاویه‌ای.....
۲۰۴	۶-۴-۶. حرکت عمومی پایدار.....
۲۰۶	۵-۶. گلوله‌های با حرکت چرخشی (گلوله‌های پایدار شده با چرخش).....
۲۰۶	۱-۵-۶. نیروهایی اثرکننده روی گلوله.....
۲۰۸	۲-۵-۶. پایداری یک پرتابه.....
۲۰۸	۳-۵-۶. ضریب پایداری یک گلوله.....
۲۱۰	۴-۵-۶. حرکت زاویه‌ای گلوله‌های با حرکت چرخشی (مدل دو بازویی).....
۲۱۲	۵-۵-۶. بعضی حرکت‌های چرخ‌گونه عملی.....
۲۱۳	۶-۵-۶. حرکت گُل وار.....
۲۱۴	۷-۵-۶. چرخش‌های یکنواخت.....
۲۱۴	۸-۵-۶. حرکت با انحراف تعادلی.....
۲۱۵	۹-۵-۶. اثر میراکننده آیرودینامیکی.....
۲۱۵	۱۰-۵-۶. انحراف حرکتی تعادلی و انحراف سمتی تعادلی.....
۲۱۹	فصل هفتم: بالستیک نهایی (بخش اول).....
۲۲۱	۱-۷. دیدگاه کلی.....
۲۲۱	۲-۷. محدوده‌های سرعت.....
۲۲۲	۳-۷. زاویه برخورد.....
۲۲۲	۴-۷. ویژگی‌های گلوله‌ها.....
۲۲۳	۵-۷. ویژگی‌های اهداف.....
۲۲۵	۶-۷. حمله به زره.....
۲۲۵	۱-۶-۷. نفوذ کردن و سوراخ کردن.....
۲۲۵	۲-۶-۷. نفوذ.....

۲۲۷	۳-۶-۷. سوراخ شدن زره
۲۲۹	۴-۶-۷. شکستگی (خرد شدن)
۲۲۹	۵-۶-۷. ذره ذره کنده شدن (پوسته پوسته شدن)
۲۲۹	۶-۶-۷. کنده شدن یک تکه
۲۲۹	۷-۶-۷. لب برگشتن
۲۳۰	۸-۶-۷. قطعه قطعه شدن (به صورت ترکش درآمدن)
۲۳۰	۹-۶-۷. شکست داکتیل
۲۳۰	۱۰-۶-۷. پخش بینی آسیب دیدگی
۲۳۰	۷-۷. انواع پرتابه ها
۲۳۱	۱-۷-۷. انرژی جنبشی
۲۳۳	۲-۷-۷. انرژی شیمیایی پرتابه های انفجاری
۲۳۶	۳-۷-۷. خرج گود
۲۳۷	۴-۷-۷. اثر گلوله های انفجاری ضد تانک HEAT
۲۴۰	۵-۷-۷. اثر مواد انفجاری با سر له شونده HESH
۲۴۳	۸-۷. تئوری بالستیک نهایی
۲۴۳	۱-۸-۷. روابط تجربی
۲۴۴	۲-۸-۷. مدل های تحلیلی
۲۴۵	۳-۸-۷. سرعت های خیلی بالا
۲۴۵	۴-۸-۷. هدف های ضخیم
۲۴۵	۵-۸-۷. هدف های نیمه محدود
۲۴۶	۹-۷. خلاصه
۲۴۷	فصل هشتم: بالستیک نهایی (بخش دوم)
۲۴۹	۱-۸. تعریف بالستیک نهایی
۲۴۹	۲-۸. چند مثال از انواع هدف
۲۵۱	۳-۸. چند مثال از انواع گلوله
۲۵۳	۴-۸. مقاومت در برابر نفوذ برای برخی از مواد
۲۵۵	۵-۸. نفوذ در موانع شنی

- ۶-۸. گلوله‌ها با مسیر حرکتی پایدار در داخل هدف شنی ۲۵۶
- ۷-۸. ناپایداری گلوله ۲۶۱
- ۸-۸. موانع فوق مستحکم ۲۶۷
- ۹-۸. قدرت تخریب گلوله ۲۶۷
- ۱۰-۸. خواص مکانیکی ۲۶۹
- ۱۱-۸. سازوکار نفوذ ۲۷۰
- ۱۲-۸. کار و قوانین بقاء ۲۷۴
- ۱۳-۸. حالت‌های خاص ۲۷۶
- ۱۴-۸. تئوری‌های ساده بالستیک نهایی ۲۷۹
- ۱۵-۸. انحراف و کمانه کردن گلوله ۲۸۴
- ۱۶-۸. جدا شدن بخشی از مانع ۲۸۸
- ۱۷-۸. رفتار زره‌های سرامیکی در برابر برخورد ۲۹۳
- ۱۸-۸. رفتار الیاف در برابر برخورد ۲۹۶
- ۱-۱۸-۸. عکس‌العمل غیر الاستیک به برخورد ۲۹۷
- ۲-۱۸-۸. اثر افزودن رزین به لمینت‌هایی از جنس کولار روی حد بالستیکی سرعت ۳۰۰
- ۳-۱۸-۸. مروری بر خواص مکانیکی الیاف مهم در ساخت جلیقه ضد گلوله ۳۰۴
- ۴-۱۸-۸. المان‌های مورد استفاده در تحلیل مساله به روش المان محدود ۳۰۵
- ۵-۱۸-۸. مطالعات تجربی در مورد عکس‌العمل الیاف بافته شده کولار در برابر برخورد ۳۰۶
- ۶-۱۸-۸. روش به‌دست آوردن سرعت خروج گلوله از زره ۳۰۶
- ۷-۱۸-۸. نفوذ در لمینت‌ها با استفاده از یک گلوله فشرده و متراکم ۳۱۰
- ۸-۱۸-۸. مقاومت بالستیکی کامپوزیت‌های تقویت شده با الیاف ۳۱۲
- ۱۹-۸. برخورد گلوله به سرامیک با پشتیبان کامپوزیتی ۳۱۳
- ۱-۱۹-۸. فاز اول: تکه تکه شدن سرامیک ۳۱۶
- ۲-۱۹-۸. فاز دوم: نفوذ در سرامیک تکه تکه شده ۳۱۶
- ۳-۱۹-۸. تخریب کامپوزیت ۳۱۹
- فصل نهم: بالستیک جراحت ۳۲۱
- ۱-۹. مبانی ۳۲۳

۳۲۴	۲-۹. دلایل جراحی
۳۲۴	۱-۲-۹. بریدگی و کوبیدگی
۳۲۴	۲-۲-۹. امواج تنشی
۳۲۵	۳-۲-۹. ایجاد حفره موقتی
۳۲۶	۳-۹. طراحی مهمات و اثربخشی آن در جراحی
۳۲۶	۱-۳-۹. محدودیت‌های منطقی
۳۲۸	۲-۳-۹. سرعت و پایداری
۳۲۸	۳-۳-۹. طراحی گلوله
۳۳۰	۴-۹. جلیقه‌ها و لباس‌های ضد گلوله
۳۳۰	۱-۴-۹. ضرورت ایجاد
۳۳۱	۲-۴-۹. زره فلزی
۳۳۲	۳-۴-۹. زره‌های پلاستیکی تقویت شده
۳۳۲	۴-۴-۹. زره‌های سرامیکی
۳۳۳	۵-۴-۹. زره بافته شده
۳۳۴	۶-۴-۹. زره شفاف (جلیقه‌های ضد گلوله شفاف)
۳۳۵	۷-۴-۹. زره‌های کامپوزیتی
۳۳۷	اختصارات
۳۴۳	مراجع و منابع

پیش‌گفتار

بالستیک^۱ یا پرتاب‌شناسی، دانشی است که به بررسی رفتار و کارکرد دینامیکی پرتابه‌های مختلف هنگام حرکت، می‌پردازد. در حقیقت علم بالستیک مقدمه‌ای برای طراحی جنگ‌افزارهای دقیق‌تر و با کارایی بهتر است. این دانش، بخش‌های مختلفی را شامل می‌شود که عبارتند از بالستیک داخلی، بالستیک میانی، بالستیک خارجی، بالستیک نهایی و بالستیک جراحات.

جنگ‌افزار را می‌توان به‌عنوان ابزاری مکانیکی تعریف کرد که گرمای آزاد شده در اثر احتراق پیشرانه را به‌صورت انرژی جنبشی درآورده و نتیجه این فرآیند، پرتاب گلوله به‌سمت هدفی مشخص است. بالستیک داخلی در حقیقت مطالعه علمی این فرایند در لحظه‌ای است که احتراق پیشرانه آغاز می‌شود و گلوله هنوز در داخل جنگ‌افزار قرار دارد. در بالستیک میانی که گاه با نام بالستیک دهانه نیز خوانده می‌شود، به مطالعه منطقه گذار از بالستیک داخلی به بالستیک خارجی پرداخته خواهد شد که معمولاً در نزدیکی دهانه‌ی جنگ‌افزار قرار دارد. وقتی گلوله از جنگ‌افزار خارج شد و از گازهای حاصل از احتراق خرج نیز فاصله گرفت، مرحله پرواز گلوله در فضا آغاز می‌شود که به این مرحله، بالستیک خارجی می‌گویند. بالستیک نهایی نیز آن بخش از علم بالستیک را گویند که به فعل و انفعالات بین گلوله و هدف می‌پردازد. سازوکار حرکت و نفوذ گلوله در داخل بدن موجودات زنده و قابلیت ایجاد جراحات توسط گلوله نیز به‌عنوان بالستیک جراحات شناخته می‌شود.

امروزه کتاب‌ها و مقالات زیادی در مورد علم بالستیک به رشته تحریر در می‌آیند ولی هیچ کدام نمی‌توانند دیدگاهی کلی و ساده از مساله پیچیده بالستیک ارائه دهند. هم‌چنین در بیش‌تر کتاب‌های مربوطه، فقط به بحث در مورد یکی از شاخه‌های علم بالستیک پرداخته می‌شود. از طرفی، کمبود کتاب‌های فارسی مربوط به این علم، مشکلاتی را برای دانشجویان و متخصصانی که در این زمینه فعالیت می‌کنند به همراه دارد. از این رو در این کتاب سعی بر ارائه کلیات و مبانی علم بالستیک است تا مخاطبان مختلف بتوانند از آن استفاده لازم را ببرند. مرجع اصلی این کتاب که بیش‌تر مطالب برگرفته از آن است، کتاب *Military Ballistics A Basic Manual* نوشته *C. L. Farrar* و *D. W. Leeming* است. در این کتاب سعی شده مطابق با مرجع اصلی، مطالب بالستیک داخلی و خارجی و نهایی، در دو بخش مجزا ارائه شوند که در بخش اول به ارائه کلیات مساله پرداخته شده و مطالعه آن هم به متخصصان و هم به نظامیان (که علاقه‌مند به آگاهی بیش‌تر در زمینه جنگ‌افزارها هستند) توصیه می‌شود. ولی در بخش دوم با استفاده از برخی روابط ریاضی، اصول علمی مساله تبیین شده و از این رو مطالعه آن به مهندسين و افرادی توصیه می‌شود که اطلاعات کافی در زمینه ریاضیات دارند.

اما از آن‌جا که بحث بالستیک داخلی و نهایی در کتاب فوق‌الذکر خیلی مختصر است و نظر به اهمیت این دو بحث، مطالب بیش‌تری در این زمینه‌ها ارائه شده که برگرفته از مراجع ذکر شده در انتهای کتاب و هم‌چنین تجربیات کاری مؤلفین است. مراجع مذکور همگی از کتب معتبر و مقالات ارائه شده در سمپوزیوم‌های بالستیک می‌باشند. کارایی مدل‌های بالستیک داخلی و بالستیک نهایی توسط مؤلفین مورد ارزیابی قرار گرفته و کاملاً مورد تأیید است.

نکته پایانی این که در این کتاب، جهت‌گیری کلی بحث، در مورد جنگ‌افزارها (شامل توپ‌ها و تفنگ‌ها) بوده و به بالستیک موشک‌ها و سرجنگی‌ها پرداخته نشده است. با این وجود، اشاراتی هرچند مختصر، ولی مفید در مورد بالستیک خارجی راکت‌ها و موشک‌ها شده است.

حسین کیا

علی مهدی‌پور عمرانی