



سرجنگی‌های تاکتیکی

آشنایی با اصول سرجنگی‌های تاکتیکی و مواد منفجره، پدیده شوک و موج انفجار، و پارامترهای موثر و مبانی طراحی سرجنگی‌های خروج‌گود، ترکشی و شکل‌یافته انفجاری

قابل استفاده کارشناسان و محققین حوزه‌های مهندسی و دانشجویان رشته‌های مهندسی

تألیف:

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک

کارشناس ارشد مهندسی شیمی

کارشناس ارشد مهندسی شیمی

دانشیار گروه مکانیک دانشگاه جامع امام حسین (ع)

مهندس حمیدرضا خلجی

مهندس امیرسعید نظری

مهندس عباس اصل‌مهدوی

دکتر حسین خدارحمی



کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

عنوان و نام پدیدآور	سر جنگی های تاکتیکی: آشنایی با مواد منفجره، پدیده شوک و موج انفجار، پارامترهای موثر.../تألیف حمیدرضا خلجی... [و دیگران] ؛ [به سفارش] دانشگاه جامع امام حسین(ع).
مشخصات نشر	ایوانکی : موسسه آموزش عالی ایوانکی ، ۱۳۹۶
مشخصات ظاهری	۲۵۰ ص. : مصور، جدول.
شابک	978-600-7830-13-0
وضعیت فهرست نویسی	فنی
یادداشت	تألیف حمیدرضا خلجی، امیرسعید نظری، عباس اصل مهدوی، حسین خدارحمی.
یادداشت	کتابنامه: ص. ۲۴۰.
عنوان دیگر	آشنایی با مواد منفجره، پدیده شوک و موج انفجار، پارامترهای موثر...
موضوع	مواد منفجره نظامی
موضوع	Explosives, Military
موضوع	مهمات و تجهیزات جنگی -- ایران
موضوع	Ordnance-- Iran
شناسه افزوده	خلجی، حمیدرضا، ۱۳۵۵ -
شناسه افزوده	موسسه آموزش عالی ایوانکی
شناسه افزوده	دانشگاه جامع امام حسین(ع)
رده بندی کنگره	۶۶۲/۲ : ۳۵۲۱
رده بندی دیویی	۶۶۲/۲
شماره کتابشناسی ملی	۴۶۶۴۹۳۸

نام کتاب: سر جنگی های تاکتیکی

تألیف: مهندس حمیدرضا خلجی، امیرسعید نظری، عباس اصل مهدوی و دکتر حسین خدارحمی

مدیر اجرایی: مهدی عالی

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۸۳۰-۱۳-۰

نوبت چاپ: اول

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

سال انتشار: ۱۳۹۶

قیمت: ۳۰۰۰۰ تومان

ناشر: دانشگاه ایوان کی

پیش‌گفتار

بخش اصلی عملکرد جنگ‌افزارها و مهمات اعم از انواع موشک‌ها، بمب‌ها و پرتابه‌های انفجاری به سرجنگی آنها مربوط می‌شود. در واقع غایت اصلی این جنگ‌افزارها رساندن سرجنگی به نقطه هدف و آسیب‌رسانی مورد نظر به آنها با عملکرد سرجنگی است. آشنایی با مکانیزم عملکرد، کاربرد، عوامل موثر در عملکرد و پارامترهای طراحی سرجنگی‌ها نقش مهمی در طراحی این سرجنگی‌ها و بکارگیری آنها در سامانه‌های آفندی دارد. از سوی دیگر دانستن این مبانی در طراحی مکانیزم‌های پدافندی نیز اهمیت می‌یابد. بطور مثال شناخت مکانیزم عملکرد سرجنگی خرج‌گود و شکل‌گیری و نفوذ جت خرج‌گود مقدمه بسیار ضروری در طراحی زره‌های واکنشی مورد استفاده در تانک‌ها در برابر نفوذ جت خرج‌گود می‌باشد. بنابراین دانش مربوط به عملکرد و طراحی سرجنگی‌ها در طراحی، ساخت و بکارگیری سامانه‌های آفندی و پدافندی اهمیت ویژه‌ای دارد. بدین منظور هدف این کتاب آشنایی با اصول سرجنگی‌های تاکتیکی و مواد منفجره، پدیده شوک و موج انفجار، و پارامترهای موثر و مبانی طراحی سرجنگی‌های خرج‌گود، ترکشی و شکل‌یافته انفجاری می‌باشد.

کتاب سرجنگی‌های تاکتیکی پنجمین کتاب از مجموعه کتاب‌های ضربه و انفجار

است که توسط مرکز تحقیقات بالستیک، ضربه و انفجار دانشگاه جامع امام حسین (ع) منتشر می‌شود. قبلاً کتب زیر از این مجموعه منتشر شده است:

- ۱- مکانیک ضربه و انفجار
- ۲- آشنایی با تهدیدات و آثار سلاح‌ها و مهمات
- ۳- مکانیک ضربه و نفوذ
- ۴- راهنمای کاربردی، گام به گام و مصور نرم‌افزار اتوداین

در این کتاب، در فصل اول توضیحاتی کلی در زمینه سرجنگی‌های تاکتیکی داده شده است. در فصل دوم مواد منفجره و کاربرد آنها در سرجنگی‌ها شرح داده شده است. در فصل سوم به پدیده موج شوک و مبانی علمی مرتبط با آن و پارامترهای موج انفجار پرداخته شده است. و در فصول چهارم تا ششم مکانیزم عملکرد، کاربرد، عوامل موثر در عملکرد و پارامترهای طراحی در سرجنگی خرج‌گود، سرجنگی شکل‌یافته انفجاری (EFP) و سرجنگی ترکشی بطور نسبتاً مبسوطی ارائه شده است.

کتاب حاضر از نظر نگارندگان بسیار جای اصلاح و تکمیل دارد. لذا از تمامی مخاطبان محترم از جمله اساتید محترم، دانشجویان و محققین گرامی تقاضا دارد که نظرات اصلاحی خود را برای اعمال در چاپ‌های بعدی به آدرس ایمیل زیر ارسال نمایند.

به امید پیروزی امام‌ای و ظهور حضرت حجت (عجل‌الله تعالی فرجه‌الشریف)

سید خداحمدی ۱۶ فروردین ۱۳۹۶

ایمیل: hkhdrhmi@ihu.ac.ir

فهرست

۱	مقدمه
۳	فصل اول: مقدمه‌ای بر سرجنگی‌های تاکتیکی
۳	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- تعریف و تقسیم‌بندی سرجنگی‌ها
۶	۳-۱- نحوه عملکرد سرجنگی‌های شدیدالانفجار
۸	۱-۳-۱- سرجنگی‌های انرژی مستقیم
۱۵	۲-۳-۱- سرجنگی با انرژی در تمام جهات
۱۸	۴-۱- کاربردها
۲۱	فصل دوم: مواد منفجره و ترکیبات آن
۲۱	۱-۲- مقدمه
۲۲	۲-۲- تعریف اصطلاحات
۲۴	۳-۲- تئوری انفجار
۲۵	۴-۲- طبقه‌بندی مواد منفجره
۲۵	۱-۴-۲- تقسیم‌بندی بر اساس وجود عوامل یا گروه‌های شیمیایی خاص
۲۷	۲-۴-۲- طبقه‌بندی کاربردی مواد منفجره
۲۸	۳-۴-۲- طبقه‌بندی مواد منفجره بر اساس سرعت پیشرفت جبهه واکنش
۲۹	۵-۲- آغازگرها
۳۱	۶-۲- منفجره‌های ثانویه
۳۱	۱-۶-۲- نیتروسلولز
۳۴	۲-۶-۲- نیتروگلیسرین (تری نترات گلیسرین)
۳۵	۳-۶-۲- نیتروگوآنیدین (NQ)
۳۶	۴-۶-۲- تری نیتروتولون (TNT)
۳۸	۵-۶-۲- سیکلومتیلن تری نیترامین (RDX)
۴۰	۶-۶-۲- سیکلوتترامتیلن تترانیترامین (HMX)
۴۱	۷-۲- مخلوط‌های انفجاری
۴۲	۸-۲- اجزای انفجاری قوی در مواد منفجره

۴۶	۹-۲- ترکیبات انفجاری
۴۷	۱۰-۲- انواع فرمولاسیون انفجاری
۴۷	۱-۱۰-۲- طبقه‌بندی براساس کاربرد در سرجنگی‌های عمومی
۴۹	۲-۱۰-۲- انواع فرمولاسیون‌های انفجاری براساس روش تولید
۴۹	۳-۱۰-۲- طبقه‌بندی اثرات مواد انفجاری بر اساس تأثیرات سرجنگی
۵۰	۱۱-۲- فهرست مواد انفجاری
۵۰	۱-۱۱-۲- مواد انفجاری معمول و با پایه TNT
۵۱	۲-۱۱-۲- فهرست‌بندی PBX ها
۵۳	۳-۱۱-۲- مواد منفجره کلاسیک و با پایه TNT
۵۷	۴-۱۱-۲- مواد انفجاری با چسب پلاستیکی
۶۰	۵-۱۱-۲- تفاوت‌های PBX ها، مواد با پایه TNT و مواد کلاسیک
۶۳	۱۲-۲- مواد منفجره جدید
۶۵	فصل سوم: بررسی پدیده‌های شوک و موج انفجار
۶۵	۱-۳- مقدمه
۶۷	۲-۳- موج شوک
۷۲	۳-۳- موج ترقیق
۷۸	۴-۳- مقدمه‌ای بر فیزیک انفجار
۷۹	۱-۴-۳- مدل ساده
۸۲	۲-۴-۳- معادله پرش
۸۳	۳-۴-۳- نمودار ایزنتروپیک محصولات انفجار
۸۶	۴-۴-۳- سرعت انفجار و چگالی
۹۰	۵-۴-۳- حالت C-J
۹۳	۶-۴-۳- منحنی هوگونیوت $P-u$ برای محصولات انفجار
۹۵	۷-۴-۳- رابطه‌ی بین سرعت انفجار و قطر خرج
۹۸	۸-۴-۳- نتیجه‌گیری
۱۰۱	فصل چهارم: سرجنگی‌های خرج‌گود
۱۰۱	۱-۴- مقدمه
۱۰۲	۲-۴- مفهوم خرج‌گود
۱۰۴	۳-۴- مکانیزم عملکرد
۱۰۷	۱-۳-۴- مراحل عملکرد و تخمین سرعت
۱۰۸	۲-۳-۴- تشکیل جت خرج‌گود
۱۱۰	۴-۴- زنجیره انفجار

۱۱۰	۱-۴-۴- زنجیره انفجار ضعیف الانفجار
۱۱۱	۲-۴-۴- زنجیره انفجار شدید الانفجار
۱۱۲	۳-۴-۴- شرایط لازم برای شروع و پایداری انفجار
۱۱۲	۵-۴- عوامل مؤثر بر عمق نفوذ
۱۱۲	۱-۵-۴- آستری
۱۱۴	۲-۵-۴- مواد منفجره
۱۱۹	۳-۵-۴- شکل دهنده موج
۱۳۱	۶-۴- کاربردها- خاص
۱۳۱	۷-۴- الزامات به ورد عملکرد
۱۳۳	۸-۴- معادلات حاکم
۱۳۳	۱-۸-۴- تئوری یرخف
۱۴۰	۲-۸-۴- تئوری پر
۱۴۹	۳-۸-۴- تئوری ویسکوپلاستیک
۱۵۱	۴-۸-۴- تئوری دوفرنو
۱۶۹	فصل پنجم: پرتابه شکل یافته انفجار (EFP)
۱۶۹	۱-۵- مقدمه
۱۷۷	۲-۵- مکانیزم شکل گیری پرتابه شکل یافته انفجاری
۱۷۹	۳-۵- پارامترهای مؤثر در طراحی سرجنگی EFP
۱۷۹	۱-۳-۵- هندسه و ابعاد لاینر
۱۸۱	۲-۳-۵- جنس لاینر
۱۸۴	۳-۳-۵- مشخصات خرج انفجاری
۱۸۷	۴-۳-۵- مشخصات پوسته
۱۹۰	۵-۳-۵- مشخصات مونتاژی و ساختی
۱۹۲	۶-۳-۵- اثر آغازش انفجار
۱۹۳	۷-۳-۵- تأثیر شکل و جنس پرتابه بر نفوذ در هدف
۱۹۷	۴-۵- تقسیم بندی انواع EFP بر اساس شکل پرتابه حاصل
۱۹۷	۱-۴-۵- پرتابه های کروی شکل یا فشرده
۲۰۰	۲-۴-۵- پرتابه های میله ای شکل
۲۰۲	۵-۵- تقسیم بندی انواع EFP بر اساس برد مؤثر
۲۰۲	۱-۵-۵- سرجنگی EFP برد کوتاه
۲۰۵	۲-۵-۵- سرجنگی EFP برد بلند
۲۰۸	۶-۵- بررسی آیرودینامیکی پرتابه شکل یافته انفجاری

۲۱۱	۷-۵- خواص دینامیکی مواد در طراحی EFP
۲۱۴	۸-۵- روش‌های خاص طراحی EFP
۲۱۴	۵-۸-۱- روش‌های طراحی پرتابه‌های پره‌دار یا فین‌دار
۲۲۲	۵-۸-۲- سرجنگی EFP با چند لایر
۲۲۷	۵-۹- کاربردهای پرتابه شکل‌یافته انفجاری
۲۳۹	فصل ششم: سرجنگی‌های ترکشی
۲۳۹	۶-۱- مقدمه
۲۴۰	۶-۲- انواع سرجنگی‌های ترکشی
۲۴۲	۶-۳- ترکش ایبی طبیعی
۲۴۳	۶-۳-۱- سرعت اولیه ترکش‌ها
۲۴۴	۶-۳-۲- مسیرات سرعت ترکش با فاصله
۲۴۴	۶-۳-۳- توزیع زمانی ترکش‌ها
۲۴۵	۶-۳-۴- نحوه عملکرد مکانیزم ترکش‌زایی طبیعی
۲۵۲	۶-۴- ترکش‌زایی کنترل‌شده
۲۵۲	۶-۴-۱- شیارهای خارجی روی پرسته
۲۵۴	۶-۴-۲- شیارهای داخلی در پوسته
۲۷۰	۶-۵- سرجنگی‌های ترکشی پیش‌ساخته
۲۷۲	۶-۶- انواع سرجنگی‌های ترکشی بر حسب ترتیب سرعت
۲۷۲	۶-۶-۱- سرجنگی‌های ترکشی تک سرعت یا یکنواخت
۲۷۳	۶-۶-۲- سرجنگی‌های چند سرعت
۲۷۳	۶-۶-۳- سرجنگی‌های تک/چند سرعت
۲۷۴	۶-۷- سرجنگی چند پرتابه‌ای
۲۷۶	۶-۸- تکنولوژی سرجنگی تغییرشکل‌پذیر
۲۷۹	۶-۹- سرجنگی ترکشی میله پیوسته
۲۸۰	۶-۱۰- مکانیسم‌های کشندگی ترکش
۲۸۰	۶-۱۰-۱- اثرات هم‌افزاینده یا تجمعی
۲۸۴	۶-۱۰-۲- مکانیزم‌های واکنشگر
۲۸۵	۶-۱۰-۳- فاصله‌های زمانی
۲۸۶	۶-۱۱- شتاب ترکش
۲۸۶	۶-۱۱-۱- شتاب ترکش‌های مجزا
۲۹۰	۶-۱۱-۲- شتاب‌گیری پیوسته‌ها
۲۹۲	۶-۱۱-۳- ملاحظات آیرودینامیکی ترکش‌ها
۲۹۴	۶-۱۲- برخورد و نفوذ ترکش‌ها

۲۹۵

۶-۱۲-۱- نفوذ ترکش در اهداف فولادی

۲۹۶

۶-۱۲-۲- نفوذ ترکش در اهداف بتنی

۳۰۲

۶-۱۲-۳- نفوذ ترکش در ماسه (Sand)

۳۰۳

مراجع

www.ketab.ir

مقدمه:

بررسی و آشنایی با انواع تهدیدهای ناشی از سلاح‌ها و مهمات و اثر آنها بر روی سازه‌ها، تجهیزات و نیروها، از موضوعات مهم و اساسی در حوزه‌های دفاعی است. بخش اصلی عملکرد جنگ‌افزارها و مهمات اعم از انواع موشک‌ها، بمب‌ها و پرتابه‌های انفجاری به سرچنگی آنها مربوط می‌شود. سرچنگی‌ها دارای انواع گوناگونی است که مهمترین آنها عبارتند از: سرچنگی‌های انفجاری، ترکشی، سنجی‌های خرج‌گود یا خرج شکل‌داده‌شده، سرچنگی‌های شکل‌یافته انفجاری (EFP)، سرچنگی‌های انفجاری هوشمند FAE و ترموباریک، سرچنگی‌های له‌شونده یا مواد شدیدالانفجار (HESH) سنجی‌های نوین (الکترومغناطیسی، خوشه‌ای، گرافیتی و ...).

در این کتاب در فصول اولیه کلیات در مورد تعاریف اولیه، مواد منفجره و پدیده شوک و موج انفجار ارائه شده و سپس پدیده‌ی موثر و مبانی طراحی سرچنگی‌های خرج‌گود، ترکشی و شکل‌یافته انفجاری شرح داده شده است.

سرچنگی‌های خرج‌گود برای تخریب اهداف زرهی، تانک‌ها و نفربرها، سنگرهای بتنی یا فلزی و بطور کلی برای تخریب اهداف سخت با ضخامت زیاد بکار می‌روند. عملکرد یک سیستم خرج‌گود بر مبنای اثر مانرو است. این سرچنگی‌ها از یک پوسته فلزی نازک پرشده از مواد منفجره ساخته شده است. در قسمت جلوی مواد منفجره یک گودی مخروطی شکل و گش یا لاینر فلزی وجود دارد و چاشنی در قسمت انتهایی خرج قرار می‌گیرد. مکانیزم عملکرد سنجی خرج‌گود به این صورت است که با برخورد دماغه راکت یا سیستم حمل‌کننده خرج‌گود به سطح هدف، فیوز پیزوالکتریک در نوک دماغه عمل کرده و چاشنی پشت مواد منفجره را تحریک می‌کند. منجر به انفجار ماده منفجره می‌شود. موج شدید ناشی از detonation خرج به لاینر رسیده و فشار بسیار بالای آن سبب تغییر فرم زیاد و سیلان آن می‌گردد و لاینر را به شکل یک جت پرسرعت درمی‌آورد. سرعت بسیار بالای جت (۸ تا ۱۲ کیلومتر بر ثانیه) سبب تنش‌های فوق‌العاده زیادی تا حدود یک تراپاسکال (از مرتبه هزار برابر مقاومت مواد هدف) می‌شود و لذا جت با رفتاری هیدرودینامیکی، براحتی در هدف زرهی نفوذ می‌کند و در پشت هدف ابری از ذرات ترکش ایجاد کرده و زره مورد نظر را تخریب می‌نماید. بدلیل اختلاف سرعت بین نوک و دم جت خرج‌گود، جت دائماً افزایش طول یافته و پس از طی مسافت کوتاهی دچار گسست و پارگی می‌شود. طول دماغه راکت حامل سرچنگی خرج‌گود تعیین‌کننده فاصله توقف مورد نظر بوده و طول جت موثر را کنترل می‌کند.

یک سرجنگی EFP شامل یک لاینر (آستری)، پوسته فلزی، مواد منفجره و چاشنی است. بعد از این که انفجار صورت می‌گیرد، محصولات انفجار فشار بسیار زیادی تولید کرده، آستری را در زمان بسیار کوتاهی شتاب داده و باعث می‌شود تا آستری به صورت توده‌ای متمرکز شکل بگیرد. پرتابه شکل یافته با سرعت زیادی (در حدود ۱۵۰۰ تا ۲۵۰۰ m/s) می‌تواند به حرکت خود ادامه داده و تقریباً به صورت مستقل از فاصله توقف، فاصله زیادی را طی کند. عدم وابستگی عملکرد EFP به فاصله توقف، مزیتی را ایجاد می‌کند که می‌توان از این سرجنگی‌ها بدون وجود راکت یا موشک حمل‌کننده استفاده کرد (در حالی که سرجنگی‌های خرج‌گود می‌بایست توسط یک موشک یا راکت تا مناسبت به هدف حمل شوند). این قابلیت سرجنگی‌های EFP سبب شده تا در جنگ‌های چریکی بتواند مورد استفاده قرارگیرد و لذا بعنوان بمب‌های کنار جاده‌ای نیز شناخته می‌شود. برخورد و نفوذ پرتابه EFP، سبب آسیب‌های پشت زره گسترده‌ای شده و با ایجاد ترکش‌های پرسرعتی در ناحیه ضربه، اخلال زره و همچنین موج ناشی از برخورد و ضربه وارده، به خودروهای زرهی آسیب می‌زند.

هدف اصلی در طراحی سرجنگی‌های ترکشی ایجاد ترکش‌هایی برای انهدام و یا آسیب رساندن به اهداف و تجهیزات نسبتاً نرم است. با انفجار بمب، یا گلوله انفجاری، با افزایش شدید فشار و درجه حرارت در داخل پوسته، ابتدا پوسته تقریباً تا ۱/۵ بار قطر اولیه منبسط شده و از شعاع بیرونی تحت ترک‌های کششی شعاعی و از شعاع داخلی تحت ترک‌های برشی قرار می‌گیرد. با گسترش ترک‌ها و اتصال آنها، ترکش‌های مستقلى ایجاد شده و با سرعت زیاد و جرم‌های متفاوت در محیط اطراف پخش می‌شود. ترکش‌ها پس از طی کردن مسیر و اصطکاک هدف، در هدف نفوذ می‌کنند و سبب آسیب در آن می‌شوند. از آنجا که نرخ افت سرعت ترکش با گذشتن از موانع کم می‌شود، آنها پس از طی فاصله کوتاه از جبهه‌ی موج انفجار پیش افتاده و عملاً به شعاع تخریب حاصل از ترکش‌ها به طور قابل توجهی از شعاع تخریب انفجار بیشتر است. ترکش‌زایی معمولاً به سه روش ترکش‌زایی طبیعی (در پوسته‌های معمولی)، ترکش‌زایی کنترل شده (در پوسته‌های شیاردار) و ترکش‌زایی با ترکش‌های پیش‌ساخته (کروی، مکعبی، میله‌ای و...) ایجاد می‌شود.