بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی مهندسی

پایان نامه :

برای دریافت دانشنامه کارشناسی ارشد مدرسی

در رشته :

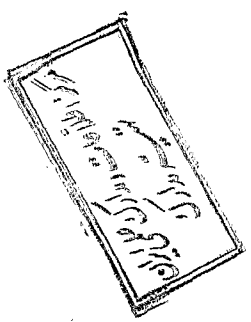
مکانیک ـ طراحی کاربردی

موضوع :

بررسی تئوریهای نفوذپرتابه در اهداف فلزی و اصلاح یکی از تئوریهای مربوطه

استاد راهنما :

جناب آقای دکتر غلامحسین لیاقت



نگارش :

محمدرضا مغانی نوری

تابستان ۱۳۷۲

۵۴۶

۱۷۲۸۶

دانشگاه تربیت مدرس

بسمه تعالی

چکیدهٔ پایان نامه

عنوان پایان‌نامه : بررسی تئوریهای نفوذ گلوله در اهداف فلزی و اصلاح یکی از تئوریهای مربوطه

نام نویسنده : محمد دامغانی نوری ..... استاد راهنما : دکتر غلامحسین لیاقت

اساتید مشاور : دکتر محمود فرزین ..... تاریخ دفاعیه : ۷۲/۶/۲۴

دانشکده : فنی ومهندسی ..... رشتهٔ : مکانیک (طراحی کاربردی)

روشهای تئوری‌های نفوذ بکار گرفته شده از طرف محققین بسیار متفاوت و متنوع می‌باشد که این روشها ، بستگی به شرایط و موقعیت مربوطه دارد.

این روشها را می‌توان به همان صورتیکه A.ZUKAS [16] تقسیم بندی نموده است ارائه داد.

a) تجربی یا نیمه تحلیلی b) تقریبا" تحلیلی c) عددی

تئوریهای نفوذ معمولا" به انواع مختلفی از پارامترهای زیر وابسته هستند.

a) جنس هدف b) ضخامت هدف c) پرتابه d) سرعت برخورد

که چهار پارامتر فوق‌را می‌توان در محدوده وسیعی بسط داد.

برای رسیدن به جوابهای حاصل از تجزیه و تحلیل تئوریهای قید شده در پایان نامه ، لازم بود تا از کامپیوتر برای بدست آوردن اطلاعات عددی و رسم نمودارهای مربوطه استفاده شود.

لذا اقدام به نوشتن برنامه به زبان FORTRAN 77 شد. نام این برنامه APIT می‌باشد و در فصل سوم به بررسی قسمتهای مختلف آن و روشهای بکار رفته در آن پرداخته می‌شود.

تئوری Nour اصلاحی است بر تئوری Awebuch بدین معنی که دو پارامتر تجربی مربوط به اطلاعات ورودی آنرا از طریق تئوری محاسبه می‌نماید.

این پارامترها عبارتند از پهنای ناحیه برش و طول پلاگ جدا شده.

برای انجام این تئوری برنامه‌ای به زبان فرترن نوشته شده است که متن اصلی آن تئوریAwerbuch می‌باشد اما اطلاعات ورودی مربوط به طول پلاگ و پهنای ناحیه برش را توسط سابروتین بنام نور محاسبه نموده و بقیه اطلاعات لازم برای تئوری Awerbuchرا از فایل Nour DAT.DAT می‌خواند.

در ابتدای برنامه بر روی صفحه نمایش محدودیتها و شرایط انجام این برنامه ذکر گردیده است که اپراتور بایستی به آنها دقت نماید.

خواهشمند است این برگ تا نشود

فصل اول

(تاریخچه)

فهرست

	مقدمه	۱
۱ـ۱	تعاریف	۶
۱ـ۲	روشهای بررسی مسئله نفوذ	۱۰
۱ـ۳	بررسی مسئله نفوذ در هدفهای نیمه بینهایت	۱۳
۱ـ٤	بررسی مسئله نفوذ در هدفهای نازک	۱۸
۱ـ۵	بررسی مسئله نفوذ در هدفهای متوسط و ضخیم	۳۰

فصل دوم

تئوریهای نفوذ

فهرست

	مقدمه	۳۶
۲ـ۱	تئوری *A. K. Kars*	۴۰
۲ـ۲	تئوری *Ringer & Lambert*	۴۳
۲ـ۳ـ۱	تئوری *Rodner & Awerbuch*	۴۶
۲ـ۳ـ۲	جزئیات تئوری *Rodner & Awerbuch*	۵۲
۲ـ۴	تئوری تامسون	۶۵
۲ـ۵	تئوری *DAH WEI*	۷۷

فصل سوم

تهیه نرم‌افزار مناسب

فهرست

	مقدمه	۸۷
۳ـ۱	خلاصهٔ تئوری *kar's*	۸۸
۳ـ۲	خلاصهٔ تئوری *Ringer & Lambert*	۹۱
۳ـ۳	خلاصهٔ تئوری *Awer & Bodner*	۹۳
۳ـ٤	خلاصهٔ تئوری *DAH WEJ*	۹۶
۳ـ۵	خلاصهٔ تئوری تامسون	۹۹
۳ـ٦	توضیحات ضروری نرم‌افزار نفوذ	۱۰۲

فصل چهارم

تئوری نور

فهرست

٤-١- الف - بحث مقدماتی - پلاستیسیته	١١٧
٤-١-١- تنش مؤثر	١١٧
٤-١-٢- کرنش مؤثر	١١٨
٤-١-٣- روابط تنش کرنش در حالت پلاستیک	١١٩
٤-١-٤- قوانین جریان *(Flow role)*	١٢١
٤-١-٥- کار ایدهآل در آن تغییر شکل های پلاستیکی	١٢٦
٤-١-٦- اصطکاک و کار اضافی	١٢٨
٤-١-٧- تئوری خط لغزش	١٢٩
٤-١-٨- روش کرانه بالایی *(Upper bound)*	١٣٣
٤-٢- اصطلاح تئوری *A & B*	١٤١
٤-٢-١- تغییر شکل دینامیکی دیسکوپلاستیک در اثر برخورد	١٤١
٤-٢-٢- آنالیز پروسهٔ نفوذ	١٤٦
٤-٢-٣- نفوذ پلاستیکی دینامیکی	١٥٤
٤ - ٣ - تئوری نور	١٥٨

فصل پنجم

بحث، نتیجه گیری و پیشنهادات

فهرست

	مقدمه	۱۶۱
۵-۱	چند نکته در مورد تئوری نفوذ	۱۶۳
۵-۲	بحث کلی در خصوص تئوری *Awer & Bad*	۱۶۵
۵-۳	بحثی چند در مورد تئوری *Nour*	۱۷۲
۵-٤	نتیجه گیری	۱۷۴
۵-۵	پیشنهادات	۱۷۶

فصل اول

تاریخچه

مقدمه [۱)

مکانیک نفوذ به بررسی اثرات متقابل پرتابه‌ها و هدفها می پردازد و معیارهائی که برای اندازه اهداف و عوامل لازم برای تشریح هدف استفاده می شود مستقیماً به ملاحظات مکانیکی نفوذ مربوط می شود.

اخیراً مسائل مربوط به برخورد[1] ـ بین دو یا چندجسم جامد ـ مورد توجه بسیار واقع شده است. زمانی این مسائل عمدتاً از دیدگاه نظامی مورد توجه بودند اما در حال حاضر با پیشرفت تکنولوژی، مسائل عمده‌ای در مورد رفتار مواد و مصالحی که تحت بارگذاری در زمان بسیار کوتاه قرار می گیرند پیش آمده است. طراحی باصرفه و مطمئن از نظر ایمنی مستلزم درک رفتار سازه‌ها و موادی است که تحت بارهای ضربه‌ای شدید قرار می گیرند برخی از کاربردهای این موضوع عبارتند از:

ـ ایمنی در انتقال مواد خطرناک

ـ تصادف اتوموبیل ها و محافظت سرنشینان یا محمول های آنها

ـ تخریب بی ضرر سازه های بتنی پیش تنیده

ـ ایمنی در راکتورهای هسته‌ای که بار ضربه‌ای ناشی از عوامل خارجی (برخورد موشک، هواپیما و...) یا داخلی (افزایش بیش از حد فشار و...) به آنها وارد می شود.

ـ طراحی سیستم های زره سبک (شامل زره های شخصی) بمنظور محافظت از افسران پلیس و عوامل حکومت و افراد نظامی.

ـ آسیب پذیر وسایل نقلیه نظامی، هواپیماها و ساختمان ها در برابر ضربه و بارگذاری انفجاری.

---

1. Impect

ـ فرسایش و شکست اجسامی که تحت بارهای مکرر ضربه‌ای توسط ذرات مایع یا جامد هستند.

ـ حفاظت سفینه های فضائی و ماشین های دوار در مقابل ضربه.

ـ شکل دادن و یا جوشکاری انفجاری فلزات

ـ معدنکاری و تکنولوژی ساخت.

کاربرد نظامی این قسمت از مکانیک، بزرگترین دلیل توسعه تحقیقات در این زمینه بوده است و آلات فلزی نظامی بهترین شکل پرتاب کنترل نفوذ کننده ها هستند.

مطالعه پدیده برخورد شامل مقررات کلاسیک گوناگون است. در سرعت های کم ($V < ۲۵۰\ m/s$) بسیاری از مسائل در محدوده دینامیک سازه ها قرار می گیرند. سوراخ های موضعی شدیداً با بعضی تغییرشکل های عمده در سازه همراه هستند و نوعاً بارگذاری و پاسخ زمانی درحد میلی ثانیه هستند. با افزایش سرعت برخورد ($۰/۵$-$۲\ km/s$) عکس العمل سازه نسبت به رفتار ماده در محدوده اطراف برخورد (۲ تا۳ برابر قطر پرتابه (در درجه دوم اهمیت قرار می گیرد. در اینجا توصیف موجی پدیده مناسب بوده و اثرات سرعت، هندسه، سازگاری ماده، نرخ کرنش، جریان خمیری شدن موضعی و شکست در مراحل مختلف تحول برخورد ظهور می کند. در این حالت زمان بارگذاری و عکس العمل هدف به حدود میکروثانیه تقلیل می یابد.

افزایش بیشتر سرعت ($۲/۳\ km/s$) باعث افزایش فضاهای موضعی می شود و اجسام برخورد کننده در مراحل اولیه برخورد مانند مایعات عمل می کنند. در سرعت های بسیار بالا ($V > ۱۲\ km/s$) ذخیره انرژی با آنچنان سرعتی انجام می گیرد که باعث تبخیر انفجاری مواد برخورد کننده می شود.

پدیده‌های برخورد را به چند طریق می‌توان تقسیم‌بندی نمود. طبق زاویه برخورد برحسب خصوصیات مواد و هندسه هدف برحسب خصوصیات مواد و هندسه پرتابه برحسب اندازه سرعت برخورد.

دسته‌بندی برحسب سرعت برخورد در جدول ذیل نشان داده شده است که شامل دسته‌بندی تحولات برخورد به صورت تابعی ازسرعت برخورد (V_s) و نرخ کرنش ($\dot{E}$) می‌باشد. محدوده‌های سرعت برخورد در این جدول تنها به عنوان یکمرجع کلی باید مورد نظر قرار گیرند زیرا انتقال از یک محدوده به محدوده دیگر بسیار قابل انعطاف بوده و تحولات تغییر شکل تحت بارهای ضربه‌ای، غیر از سرعت به عوامل بسیار زیادی بستگی دارد.

روش بارگذاری	اثر	v_s سرعت برخورد	ε°
-	- برخوردانفجاری		
	- اجسام برخورد کننده تبخیر می شوند	$v^s > ۱۲$ km/s	۱۰^8
	هیدرودینامیک		
شتاب انفجاری	- تراکم پذیری مواد قابل اغماض نیست	۳-۱۲ km/s	
	- رفتار سیالی مواد		۱۰^6
سلاح های گازی	- فشارها مساوی یا بیشتر از استحکام ماده	۱-۳ km/s	
	بوده و دانسیته عاملی تعیین کننده است		
سلاح های پودری	- ویسکوز		
	- استحکام ماده مهم است	۱۰۰۰ m/s	۱۰^4
دستگاه های مکانیکی	- عمدتاً خمیری	۵۰-۵۰۰ m/s	۱۰^2
سلاح های باهوای فشرده			
دستگاه های مکانیکی	-عمدتاً الاستیک گاهی همراه باخمیری	$v_s < ۵۰$ m/s	۱۰۰
سلاح های باهوای فشرده	شدن موضعی		

دسته بندی برخورد بر حسب سرعت

بررسی کامل برخورد اجسام، مستلزم ورود در مباحث بسیاری مانند هندسه اجسام برخورد کننده، انتشار موج الاستیک، پلاستیک و ضربه‌ای، جریان هیدرودینامیک، کرنش‌های حدی و تغییر شکل‌های حدی، کار سختی، اثرات حرارتی و اصطکاکی و شروع و انتشار شکست در اجسام برخورد کننده است.

روش تحلیلی در بررسی موضوع برخورد نه تنها بسیار مشکل است بلکه مستلزم تعیین خواص اجسام تحت بارگذاری با نرخ کرنش بالاست که عملاً قابل تعیین نیستند. بنابراین قسمت اعظم کارهای انجام شده در این زمینه طبیعتاً تجربی هستند.

۱ـ۱ تعاریف:

ـ نفوذ[1]: نفوذ ورود یک پرتابه به داخل یک هدف است بدون آنکه معبر داخل هدف کامل شود. تعریف دیگر: نفوذ عبارتست از ورود نفوذ کننده به داخل هر منطقه‌ای از هدف.

ـ نفوذ کامل[2]: عبارتست از عبور نفوذ کننده از هدف. این عمل از چند میکروثانیه تا چند صد میکروثانیه طول می کشد.

ـ جای گرفتن[3]: یعنی متوقف شدن نفوذ کننده در هدف در اثر تماس با المان هدف

ـ کمانه کردن[4]: یعنی برگشت پرتابه از سطح برخورد بدون توقف درآن یا عبور از آن

ـ سرعت گذرای هیدرودینامیکی: در سرعت خاصی، تحول تغیر فرم پرتابه، از خود ناپایداری دینامیکی نشان می‌دهد که رفتار آن را از حالت شامل:

الاستیک به حالت هیدرودینامیکی تبدیل می کند. به این سرعت خاص، سرعت گذرای هیدرودینامیکی می گویند.[1]

ـ سرعت حدی: تغییر شکل‌های ارتجاعی اجزاء تنها در سرعت‌های برخورد بسیار پائین در آزمایشگاه قابل تأمین هستند. سرعت حدی (V_{EA}) برای این محدوده در حالت برخورد قائم یک جسم با انتهای تخت به هدف، سرعتی است که برای ایجاد تنش تسلیم فشاری (σ_{yc}) در هر جسم لازم است و با رابطهٔ زیر بیان می‌شود:

$$V_{EA} = \frac{\sigma_{yc}|\rho_t C_{Dt} + \rho_p C_{op}|}{(\rho_t C_{Dt})(\rho_p C_{op})} \qquad (۱-۱)$$

1. Penetration
2. Perforation
3. Embedment
4. Ricochet