

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۲۲۷۱۷۴۶

۱۴۰۱، ۱/۲۷

نظریه پری داینامیک و کاربردهای آن

تألیف:

اردوکان مدنچی، ارکان اترکس

ترجمه:

مهندس علیرضا معصومی

دکتر منوچهر صالحی

استاد دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

زمستان ۱۴۰۰

معذنی، اردوگان. Madenci, Erdogan

سرشناسه

نظریه پری دینامیک و کاربردهای آن / تألیف اردوگان معذنی، ارکان اترکس؛ ترجمه علیرضا معصومی، منوچهر صالحی.

عنوان و نام پدیدآور

تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۴۰۰.

مشخصات نشر

۴۰۸ ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار (بخشی رنگی).

مشخصات ظاهری

۷-۸۴۹-۴۶۳-۹۶۴-۹۷۸

شابک

فیبا

وضعیت فهرست نویسی

عنوان اصلی: Peridynamic theory and its applications, 2014.

یادداشت

کتاب حاضر با عنوان "تئوری پری دینامیک و کاربردهای آن" با ترجمه اصغر امالی توسط انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۸ فیبا گرفته است.

یادداشت

واژه نامه.

یادداشت

کتابنامه: ص. [۲۲۳] - ۲۴۴.

یادداشت

نماینه.

یادداشت

تئوری پری دینامیک و کاربردهای آن.

عنوان دیگر

مکانیک شکست اجسام - الگوهای ریاضی.

موضوع

Fracture mechanics - Mathematical models.

موضوع

مواد - خستگی - الگوهای ریاضی.

موضوع

Materials - Fatigue - Mathematical models

موضوع

مکانیک پیوستار.

موضوع

Continuum mechanics

موضوع

اوترکوس، ارکان. Oterkus, Erkan.

شناسه افزوده

معصومی، علیرضا، ۱۳۷۲ - مترجم.

شناسه افزوده

معذنی، منوچهر، ۱۳۳۶ - مترجم.

شناسه افزوده

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران). مرکز نشر.

شناسه افزوده

Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic). Publishing Center.

شناسه افزوده

۸۷۳۰۱۲۴:

شماره کتابشناسی ملی

این کتاب در جلسه مورخ ۱۴۰۰/۱۰/۲۶ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسیده است.



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

نظریه پری دینامیک و کاربردهای آن

عنوان کتاب

اردوگان معذنی، ارکان اترکس

تألیف

علیرضا معصومی، منوچهر صالحی

ترجمه

انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

ناشر

انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

لیتوگرافی، چاپ و صحافی

زمستان ۱۴۰۰

چاپ اول

۱۳۵۰۰۰ تومان

قیمت

۱۰۰:

تیراژ

ISBN : 978-964-463-849-7

۷-۸۴۹-۴۶۳-۹۶۴-۹۷۸

شابک

آدرس مرکز بخش: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) - تلفن: ۶۶۴۹۸۸۶۸

وبسایت: <http://publication.aut.ac.ir>

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

فهرست مطالب

I.....	مقدمه مولف
III.....	مقدمه مترجم
۱.....	فصل ۱: مقدمه
۱ - ۱.....	۱ - ۱ - نظریه محلی کلاسیک
۲.....	۱ - ۱ - ۱ - نقاط ضعف در پیش‌بینی شکست
۴.....	۱ - ۱ - ۲ - روشهای اصلاح یافته
۷.....	۱ - ۲ - نظریه‌های غیر محلی
۱۰.....	۱ - ۲ - ۱ - مبانی نظریه پری‌دینامیک
۱۱.....	۱ - ۲ - ۲ - ویژگی‌ها و حالات پری‌دینامیک
۲۱.....	فصل ۲: نظریه پری‌دینامیک
۲۱.....	۱ - ۲ - مبانی
۲۲.....	۲ - ۲ - تغییر شکل
۲۴.....	۲ - ۳ - چگالی نیرو
۲۴.....	۲ - ۴ - حالت‌های پری‌دینامیک
۲۵.....	۲ - ۵ - چگالی انرژی کرنشی
۲۷.....	۲ - ۶ - معادلات حرکت
۳۱.....	۲ - ۷ - شرایط اولیه و شرایط مرزی
۳۱.....	۲ - ۷ - ۱ - شرایط اولیه
۳۲.....	۲ - ۷ - ۲ - شرایط مرزی
۳۳.....	۲ - ۷ - ۲ - ۱ - قیود جابجایی
۳۳.....	۲ - ۷ - ۲ - ۲ - قیود سرعت
۳۴.....	۲ - ۷ - ۳ - بارهای خارجی
۳۶.....	۲ - ۸ - قوانین تعادل
۳۹.....	۲ - ۹ - پری‌دینامیک پیوند-محور
۴۱.....	۲ - ۱۰ - پری‌دینامیک حالت-محور معمولی
۴۳.....	۲ - ۱۱ - پری‌دینامیک حالت-محور غیرمعمولی
۴۹.....	فصل ۳: پری‌دینامیک برای تعاملات محلی

۴۹	۳-۱ - معادله‌های حرکت
۵۱	۳-۲ - رابطه بین تنش‌های کوشی و نیروهای پری‌دینامیکی
۵۳	۳-۳ - چگالی انرژی کرنشی
۵۹	فصل ۴: پری‌دینامیک برای مواد همسانگرد
۵۹	۴-۱ - پارامترهای ماده
۶۴	۴-۱-۱ - سازه‌های سه‌بعدی
۷۰	۴-۱-۲ - سازه‌های دوبعدی
۷۵	۴-۱-۳ - سازه‌های تک‌بعدی
۷۷	۴-۲ - اثرات سطحی
۸۵	فصل ۵: پری‌دینامیک برای مواد مرکب چندلایه
۸۵	۵-۱ - مبانی
۸۷	۵-۲ - تک لایه تقویت‌شده با الیاف
۹۰	۵-۳ - مواد مرکب چندلایه
۱۰۳	۵-۴ - پارامترهای ماده پری‌دینامیک
۱۰۳	۵-۴-۱ - پارامترهای ماده برای تک لایه‌ها
۱۰۳	۵-۴-۱-۱ - برش ساده: γ_{12}
۱۰۵	۵-۴-۱-۲ - کشش تک‌محوری در جهت الیاف: $\epsilon_{11} = \zeta, \epsilon_{22} = 0$
۱۰۸	۵-۴-۱-۳ - کشش تک‌محوری در جهت عرضی: $\epsilon_{11} = 0, \epsilon_{22} = \zeta$
۱۱۰	۵-۴-۱-۴ - کشش دو‌محوری: $\epsilon_{11} = \zeta, \epsilon_{22} = \zeta$
۱۱۴	۵-۴-۲ - پارامترهای ماده برای تغییر شکل عرضی
۱۱۴	۵-۴-۲-۱ - کشش نرمال عرضی: $\epsilon_{33} = \zeta$
۱۱۵	۵-۴-۲-۲ - برش عرضی ساده: $\gamma_{13} = \zeta$
۱۲۱	۵-۵ - اثرات سطحی
۱۳۳	فصل ۶: پیش‌بینی آسیب
۱۳۳	۶-۱ - کشیدگی بحرانی
۱۴۰	۶-۲ - شروع آسیب
۱۴۱	۶-۳ - آسیب محلی
۱۴۱	۶-۴ - بار گسیختگی و پیش‌بینی مسیر ترک
۱۴۵	فصل ۷: روش حل عددی
۱۴۷	۷-۱ - گسسته‌سازی فضایی
۱۴۹	۷-۲ - فرآیند تصحیح حجمی
۱۵۱	۷-۳ - انتگرال‌گیری زمانی

۱۵۴	۷-۴ - پایداری عددی
۱۵۸	۷-۵ - روش رهايش پويای تطبیقی
۱۶۱	۷-۶ - همگرایی عددی
۱۶۵	۷-۷ - اثرات سطحی
۱۶۶	۷-۸ - کاربرد شرایط اولیه و مرزی
۱۶۶	۷-۹ - ترک از پیش موجود و منطقه بدون گسیختگی
۱۶۸	۷-۱۰ - آسیب محلی برای رشد ترک
۱۷۰	۷-۱۱ - بخش‌بندی فضایی
۱۷۲	۷-۱۲ - بهره‌مندی از محاسبات موازی و موازنه بار محاسباتی
۱۷۵	فصل ۸: مسائل نمونه
۱۷۵	۸-۱ - ارتعاشات طولی میله
۱۷۸	۸-۲ - میله تحت کشش
۱۷۹	۸-۳ - صفحه همسانگرد تحت کشش تک‌محوری یا تغییر دمای یکنواخت
۱۸۳	۸-۴ - تک لایه مرکب تحت کشش تک‌محوری یا تغییر دمای یکنواخت
۱۸۶	۸-۵ - بلوکی از مواد تحت کشش
۱۹۰	۸-۶ - بلوکی از مواد تحت بارگذاری عرضی
۱۹۱	۸-۷ - بلوکی از مواد تحت فشار
۱۹۵	۸-۸ - بلوکی از مواد با حفره کروی تحت اتساع شعاعی
۱۹۹	فصل ۹: مسائل غیر ضربه‌ای
۲۰۰	۹-۱ - صفحه‌ای با برش دایره‌ای تحت بارگذاری شبه استاتیکی
۲۰۲	۹-۲ - صفحه‌ای با ترک موجود از قبل تحت شرایط مرزی سرعت
۲۰۶	۹-۳ - نوار دو ماده‌ای تحت تغییر دمای یکنواخت
۲۰۸	۹-۴ - صفحه مستطیل تحت گرادیان دمایی
۲۱۱	فصل ۱۰: مسائل ضربه
۲۱۱	۱۰-۱ - مدل‌سازی ضربه
۲۱۱	۱۰-۱-۱ - ضربه زننده سخت
۲۱۳	۱۰-۱-۲ - ضربه زننده انعطاف پذیر
۲۱۳	۱۰-۲ - اعتبارسنجی
۲۱۴	۱۰-۲-۱ - ضربه دو میله انعطاف پذیر یکسان
۲۱۷	۱۰-۲-۲ - ضربه دیسک سخت بر صفحه مستطیل شکل
۲۲۰	۱۰-۲-۳ - آزمایش کالتوف-وینکلر

مقدمه مولف

موفقیت روش‌های محاسباتی همچون اجزای محدود در مدل‌سازی شکست مواد، فاصله بسیاری با توانایی‌های آن در تحلیل تنش کلاسیک دارد. این مشکل بدین دلیل ظاهر می‌شود که مبانی ریاضی که تمام این روش‌ها بر پایه آن بنیان نهاده شده فرض می‌کند که جسم در حین تغییر شکل، پیوسته باقی می‌ماند. روش‌های محاسباتی موجود جهت مدل‌سازی شکست در یک جسم پیوسته بر مبنای معادلات دیفرانسیل جزئی در مکانیک محیط پیوسته کلاسیک بنا نهاده شده است. این روش‌ها از یک محدودیت ذاتی رنج می‌برند و آن هم عدم تعریف و اعتبار در حضور ناپیوستگی‌هایی همچون ترک است. این محدودیت مطابق تعریف در نوک ترک یا در امتداد سطوح ترک به صورت مضاعف وجود داشته و منجر به تکینگی تنش در این نقاط می‌گردد. بنابراین، مبانی ساختاری ریاضی این فرمول‌بندی، در زمان حضور ترک در جسم، عملاً فرو می‌ریزد. روش‌های مختلفی در مکانیک شکست برای مواجهه با این محدودیت توسعه داده شده است. به طور کلی، این روش‌ها شامل تعریف دوباره جسم است به طوری که ترک را خارج کنند و سپس شرایط را بر روی سطوح ترک به صورت شرایط مرزی اعمال کنند. بعلاوه، روش‌های موجود در مدل‌سازی شکست از عدم وجود یک معیار خارجی رشد ترک و احتمالاً مش‌بندی مجدد رنج می‌برند. این معیار یک عبارت ریاضی است که بیان می‌دارد چگونه یک ترک بر پایه شرایط محلی ظاهر می‌شود. ملزومات ردیابی نوک ترک‌ها، مخصوصاً در فضای سه بعدی، همچنین امکان حرکت آسیب‌ها بین مواد سازنده اصلی، سطوح تماس و لایه‌ها، شرایط را برای تهیه یک معیار دقیق رشد ترک، سخت می‌کند.

مشکلات بوجود آمده در استفاده از روشهای مکانیک محیط پیوسته کلاسیک را می‌توان با اجرای شبیه‌سازی‌های دینامیک مولکولی یا با استفاده از مدل‌های شبکه اتمی رفع کرد. در روش‌های مبتنی بر اتم‌ها، با وجود فراهم‌سازی نمایی از درون طبیعت و واقعیت شکست در موادی معین، نمی‌توان انتظار داشت که تامین‌کننده یک ابزار عملی برای مدل‌سازی سازه‌های مهندسی باشد. این مسئله واضح است که شبیه‌سازی مبتنی بر اتم‌ها برای مدل‌سازی فرایند شکست در سازه‌های واقعی مناسب نمی‌باشد.

نظریه پری‌داینامیک توانایی توسعه مدل‌سازی شکست پیشرونده در مواد و سازه‌ها را فراهم می‌کند. علاوه بر این، این روش زمینه را برای حل مسائل فیزیکی چندگانه و چندمقیاسی هموار می‌کند. اگرچه مقالات متعددی در مجلات و مقالات ارائه شده در همایشها درباره مفاهیم و کاربرد نظریه پری‌داینامیک موجود است اما این موضوع هنوز در جوامع فنی و

مهندسی جدید محسوب می‌شود. چراکه این نظریه مبتنی بر اصولی است که در گذشته مرسوم نبوده است، هدف این کتاب شرح دادن نظریه پری‌دینامیک در یک چهارچوب واحد است. این کتاب نه تنها مبانی نظری بلکه روش‌های حل عددی آن را نیز عرضه می‌کند. این کتاب با یک مرور کلی از نظریه پری‌دینامیک و شیوه بدست آوردن معادلات حاکم بر آن آغاز می‌شود. ارتباط بین پری‌دینامیک و مکانیک محیط پیوسته کلاسیک توصیف می‌گردد، و شرایط برای ایجاد ساختار فرمول‌بندی پری‌دینامیک حالت-محور معمولی برای مواد همسانگرد و مرکب فراهم می‌شود.

روش‌های حل عددی برای معادلات پری‌دینامیک با جزئیات و همراه با حل شماری از مسائل نمونه و مهم بیان شده است. برای بهره‌گیری از روش پری‌دینامیک و روش اجزای محدود، یک راهکار برای اتصال این دو روش، نیز شرح داده می‌شود. بالاخره، یک توسعه از نظریه پری‌دینامیک برای انتشار حرارتی و ترمومکانیکی کامل همراه با کاربرد آن نیز بیان شده است.

الگوریتم‌های نمونه برای حل مسائل مهم در وبسایت <http://extras.springer.com> برای محققان و دانشجویان، تخصصیات تکمیلی برای تصحیح این الگوریتم‌ها و توسعه روش‌های حل خودشان برای مسائل ویژه گردآوری شده است. هدف از چاپ و نشر این کتاب، مجهزسازی دانشجویان و محققان به یک دانش نظری و عملی از نظریه پری‌دینامیک و همچنین مهارت‌های لازم برای تحلیل مسائل مهندسی با توسعه الگوریتم‌های شخصی خودشان می‌باشد.