

تخمین بار حدی الاستیک – SHAKEDOWN صفحه ترکدار در حالت تنش صفحه‌ای

مهرداد ظروفی^۱، عطا... محمودپور^۲

۱- استادیار، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مکانیک

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک جامدات، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مکانیک

Ataallah_mahmoodpour@mecheng.iust.ac.ir

خلاصه

بسیاری از سازه‌ها و قطعات مهندسی تحت بارهای مکانیکی قرار می‌گیرند. در این تحقیق یک معیار ساده اما پرکاربرد در تخمین بار Shakedown برای جلوگیری از رشد ترک و شکست بر روی صفحه ترکدار تحت بارگذاری و باربرداری یکنواخت ارائه می‌شود. روش‌های عددی به صورت آنالیز گام به گام می‌تواند ابزاری قدرتمند در تحلیل مسائل سازه‌ای باشد. این تئوری با استفاده از کد نویسی نرم افزار المان محدود و با فرض تحلیل ماده الاستیک- کاملاً پلاستیک پیاده سازی شده است. با مقایسه نتایج، بار حدی محافظه کارانه‌ای را برای حالت سیکلی در طول عمر بینهایت به دست می‌دهد.

۳۰ mm

کلمات کلیدی: بار Shakedown، ترک، خستگی، تنش صفحه‌ای، عمر بینهایت.

۱. مقدمه

طول عمر دسته وسیعی از سازه‌ها و قطعات صنعتی را بوسیله روش‌های عددی با استفاده از پاسخ سازه تحت بارگذاری سیکلی می‌توان پیش‌بینی کرد. روش‌های طراحی موجود از قبیل تحلیل‌های المان محدود، المان مرزی و معیار خستگی با همدیگر مقایسه می‌شوند. با توجه به تحقیقات انجام شده کلمه Shakedown اولین بار در سال ۱۹۳۸ توسط Melan's برای متون مکانیک خاک معرفی گردید [۱-۲]. برای تعیین مقاومت سازه‌ای، سازه را با مقاومتی فراتر از حد الاستیک با توجه به مقاومتشان طراحی می‌کنند. تعیین بار گسیختگی را به طور کامل نمی‌توان پیدا کرد اما اغلب نیاز است آنها را در حالت الاستیک- کاملاً پلاستیک از طریق آنالیز حدی کران بالا و پایین و Shakedown تحلیل کرد. این تئوری ما را قادر می‌سازد تا بار گسیختگی لازم را در مرزها بدست آوریم. حل‌های بسیاری در بارگذاری حدی و شرایط مرزی قابل قبولند که پایه اصلی آنها معیارهای تسلیم مختلف و روش‌های آنالیز آنهاست [۳]. روش‌های حدی کران بالا و پایین Shakedown هر کدام از تئوری خاصی پیروی می‌کنند. روش حدی Shakedown کران پایین مسئله را در فضای تنش‌ها تحلیل می‌کند بطوریکه حد گسیختگی در اثر تسلیم شدن یک نقطه است که وارد ناحیه پلاستیک می‌شود. این نقطه شروع گسیختگی را با تقریب پایین تخمین می‌زند ولی روش حدی کران بالا Shakedown مسئله را در حوزه جابجایی‌ها با تقریب بهتری در سازه پیش‌بینی می‌کند. روش‌های متعددی جهت محاسبه بار گسیختگی در علوم مهندسی وجود دارد که از جمله آنها می‌توان روش‌های تحلیلی، آزمایشگاهی و عددی را نام برد. استفاده از روش‌های تحلیلی برای مسائل با بارگذاری و هندسه پیچیده مشکل است. روش‌های آزمایشگاهی نیز عمدتاً پرهزینه و زمان‌برند و این از لحاظ کاربرد امروزی به صرفه نیست. ولی روش‌های عددی بر پایه المان محدود و با فرض رفتار ماده الاستیک- کاملاً پلاستیک برای مسائل با شکل هندسی و بارگذاری پیچیده جهت تعیین بار گسیختگی پلاستیک مناسب می‌باشد [۳].

در سال ۱۹۹۹ Weichert و Belouchrani تئوری استاتیکی Melan's را بر روی بدنه سازه‌های ترکدار غیر الاستیک که قبلاً توسط Chaboche و همکارانش ارائه شده بودند مورد بررسی قرار دادند [۴]. Stein و Huang با استفاده از تئوری Melan's ترک را به صورت شکاف با فرض ماده سخت شونده سینماتیکی شبیه‌سازی کردند. آنها دریافتند با اعمال بار حدی Shakedown بر قطعه ترکدار از رشد ترک تحت بارگذاری سیکلی می‌توان جلوگیری کرد [۵]. همچنین Feng و همکارانش نیز تئوری Shakedown را در طی دو مرحله: شامل آنالیز عمومی و موضعی بر روی سازه الاستیک- پلاستیک آزمایش کردند [۶]. آنها با توجه به نتایج این تحقیق دریافتند نقاط عمومی، بدون در نظر گرفتن ترک در سازه مطابق با بار حدی Shakedown است ولی رفتار Shakedown موضعی نوک ترک را بایستی مطابق با ضریب شدت تنش بررسی کرد.

در طی چند دهه اخیر تحقیقات زیادی در رابطه با آنالیز بار حدی و Shakedown برای تعیین ظرفیت باری که مقاومت قطعه را قبل از شکست پیش‌بینی کنند در سازه‌ها و قطعات صنعتی انجام گرفته است. مهمترین مسئله در طراحی مهندسی، انتخاب روشی است که در مدت زمان کوتاه و با