نشریه مهندسی مکانیک امیرکبیر

نشریه مهندسی مکانیک امیرکبیر، دوره ۵۳، شماره ۲، سال ۱۳۹۹، صفحات *** تا ***
DOI:

تحلیل رفتار مچالگی محوری تیوب پرشده با فوم فلزی سلول بسته با رویکرد ورونویی

یوسف طراز جمشیدی[۱]، علی پورکمالی انارکی[۱*]، مجتبی صدیقی[۲]، جواد کدخداپور [۱]، سید محمد حسین میرباقری[۳]، بهناز اخوان [۴]

[۱] دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه شهید رجایی، تهران، ایران
[۲] دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
[۳] دانشکده مهندسی معدن و متالورژی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
[۴] دانشکده مهندسی صنایع ، دانشگاه تهران شمال، تهران، ایران

خلاصه: مواد متخلخل به ویژه فوم‌های فلزی از جمله مواد با کاربرد جذب انرژی و نسبت استحکام به وزن بالا اند. در مقاله حاضر رفتار شبه استاتیکی فشار محوری نمونه‌های فوم آلومینیومی تابعی و تیوب‌های پرشده از فوم به صورت عددی و تجربی مورد تحلیل قرار می‌گیرد. برای ایجاد مدل عددی نمونه‌های تابعی، لایه‌های مختلف مکعبی فوم با چگالی‌ها و تنش‌های تسلیم متفاوت روی یکدیگر جانمایی شده است. نمونه‌ها عبارتند از تابعی دو و سه لایه و نیز فوم غیر تابعی تک لایه به صورت درون تیوب و بدون آن. برای صحه‌گذاری مدل عددی و نیز تخمین خواص غیرخطی فوم از تست‌های استاندارد فشار محوری استفاده شده است. به منظور ارتقای استحکام و جذب انرژی از یک طرف و قابلیت ساخت سفارشی از طرف دیگر، نمونه‌های فوم داخل تیوب‌های آلومینیومی با مقطع مربعی جانمایی شده‌اند. در مدل‌سازی ریزساختار تصادفی از دیاگرام ورونویی استفاده شده است. به علاوه در مدل‌سازی، سلول واحدی مبتنی بر سلول کلوین ارائه گردیده است. برای افزایش کارایی و سهولت در مدل‌سازی، رویکرد ترکیبی اجزای محدود و دیاگرام ورونویی به کمک قابلیت ماکرونویسی پایتون، در نرم‌افزار آباکوس پیاده‌سازی شده است. نهایتاً با کالیبراسیون مدل عددی، تطابق مناسبی میان نتایج تحلیل عددی و تست‌های تجربی مشاهده شده است.

تاریخچه داوری:
دریافت:
بازنگری:
پذیرش:
ارائه آنلاین:

کلمات کلیدی:
تیوب پرشده از فوم
فوم سلول بسته آلپوراس
دیاگرام ورونویی
ریزساختار
روش اجزای محدود

۱- مقدمه

ریز ساختار مواد سلولی جامد به ویژه فوم‌های فلزی پیچیده و تا حدی نامنظم است. شبیه‌سازی و مطالعه رفتار این گونه مواد مستلزم مدل‌سازی دقیق ساختار آن‌هاست. روش‌های متعدد و مختلفی در خصوص مدل‌سازی هندسه ریز ساختار فوم‌ها ارائه شده است. از جمله این روش‌ها می‌توان به دیاگرام ورونویی، بازسازی تصاویر سی تی اسکن، جانمایی حفرات نامنظم، کف صابون و غیره نام برد. سوتومایر و همکاران [۱] در سال ۲۰۱۴ روشی مناسب برای مدل‌سازی هندسی ریز ساختار فوم‌های سلول باز آلومینیومی ۶۱۰۱ با عملیات حرارتی T۶براساس دیاگرام‌های ورونویی سه بعدی ارائه کردند. پس از مدل‌سازی به وسیله فرآیند یا مهار ترتیبی ساده[1]، پیکربندی تصادفی فوم ایجاد می‌شود. این روش در واقع جانمایی تصادفی گره‌ها و هسته‌های مولد شبکه می‌باشد. در این پژوهش اثر بی‌نظمی در ساختار و چگالی نسبی بر رفتار فشاری الاستو-پلاستیک براساس مدل‌های نیمه تجربی و تحلیلی انجام شده است. تمرکز تحقیق عمدتاً معطوف به اثر چگالی نسبی فوم است. فروبری نانو یکی از بهترین تکنیک‌های تعیین خواص الاستیک مواد متخلخل است. نیمچک و همکاران [۲] در سال ۲۰۱۳ با استفاده از این روش، خواص فوم سلول بسته آلومینیومی با ریزساختار ناهمگن، ضخامت دیواره ۰/۱ میلی‌متر و ابعاد متوسط حفره ۲/۹ میلی‌متر را مطالعه نمودند. برای مطالعه رفتار فوم‌ها دو مقیاس مختلف تعریف شد. بررسی مقیاس اول شامل مطالعه فازها و مواد تشکیل دهنده ضخامت دیواره سلولی می‌باشد. با روش فروبری نانو، خواص الاستیک و نسبت حجمی فازهای مختلف مواد ارزیابی و خواص مؤثر، با استفاده از الگوهای همگن‌سازی عددی و تحلیلی محاسبه شدند. مدول یانگ مؤثر دیواره سلولی در حدود ۷۰ گیگاپاسکال تخمین زده شد. مقیاس بالاتر نیز به صورت دیواره‌های

1 Simple Sequential Inhibition (SSI)

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: ali_pourkamali@sru.ac.ir

حقوق مؤلفین به نویسندگان و حقوق ناشر به انتشارات دانشگاه امیرکبیر داده شده است. این مقاله تحت لیسانس آفرینندگی مردمی (Creative Commons License) در دسترس شما قرار گرفته است. برای جزئیات این لیسانس، از آدرس https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode دیدن فرمائید.

UNCORRECTED PROOF