POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

مدل‌سازی و توصیف رفتارهای دینامیکی شبیه‌ساز پوست کامپوزیتی مبتنی‌بر سیلیکون با الیاف پلی‌اتیلن کوتاه و ذرات شیشه‌ای زیست فعال

چکیده

زمینه پیش‌بینی آسیب‌های پزشکی و تاثیر بیومکانیک در رابطه با پوست و مواد شبیه‌ساز آن بطور مرسوم بر روی خواص شبه استاتیک متمرکز شده است در حالی که حساسیت نرخ کرنش رفتار وابسته به زمان را به دلیل چالش‌های مرتبط با رویدادهای دینامیکی نادیده می‌گیرند. در مطالعه حاضر، کامپوزیت‌های مبتنی‌بر سیلیکون تقویت شده با الیاف پلی‌اتیلن کوتاه و ذرات زیست شیشه، که قبلاً هم به عنوان شبیه‌سازهای زیست ادغام کننده پوست بطور امیدوارکننده‌ای شناخته شده بودند، تحت نرخ کرنش متوسط و بالا برای مدت زمان کوتاه و رفتارهای ویسکوالاستیک برای مدت زمان طولانی مشخص شدند. ادغام آرماتورها منجر به افزایش مدول فشاری می‌شود که با افزایش نرخ کرنش افزایش می‌یابد. به طور خاص، کامپوزیت با تقویت 3 درصدی تحت بارگذاری با نرخ کرنش بالا، مدول فشاری تا 9 برابر بیشتر از همان ماده تحت بارگذاری شبه استاتیکی نشان می‌دهد. مشخص می‌شود که کامپوزیت‌ها با تقویت 3 درصدی رفتارهای دینامیکی مشابهی با آن‌هایی که در پوست انسان و حیوانات اندازه‌گیری می‌شوند از خود نشان می‌دهند. علاوه بر این، مدل‌سازی محدود یک عنصر حجمی نماینده کامپوزیت توسعه‌یافته برای کشف ضرورت ترکیب عروق خونی و فشار در مدل‌سازی عددی انجام می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که تأثیر عروق خونی بر پاسخ‌های ویسکوالاستیک شبیه‌ساز پوست در فرکانس‌های نوسانی بالا معنی‌دارتر می‌باشد. با این حال، تأثیر بر رگ‌های خونی با میزان خون نسبتاً کم، همانطور که با تفاوت کمتر از 15 درصد در پاسخ بین مدل‌های با و بدون کانال‌های خونی تحت بارهای شبه استاتیک و هارمونیک مشهود می‌باشد. این شبیه‌سازهای کامپوزیتی پوست که برای اولین بار در آزمایش و مدل‌سازی به‌طور سیستماتیک مشخص می‌شوند، با موفقیت خواص دینامیکی پوست انسان را تقلید و طیف وسیعی از کاربردهای بالقوه را ارائه می‌نمایند.

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

کلیدواژه‌ها: مواد زیستی، کامپوزیت‌های الاستومر-ماتریکس، شبیه‌ساز پوست، خواص دینامیک.

نتیجه‌گیری

با شبیه‌سازی خواص مکانیکی-دینامیکی پوست انسان، شبیه‌سازهای زیست‌سازگار پوست کامپوزیتی مبتنی‌بر سیلیکون با استفاده از ذرات زیست شیشه و تقویت‌کننده‌های الیاف پلی‌اتیلن کوتاه ساخته شدند. رفتار ویسکوالاستیک و خواص مکانیکی این شبیه‌سازهای کامپوزیت پوست با استفاده از نرخ کرنش متوسط و بالا مشخص شدند. نتایج نشان می‌دهد که ادغام الیاف پلی‌اتیلن منجر به افزایش اندک سختی در مقایسه با ذرات زیست شیشه می‌شود. نتایج بیشتر برای اعتبارسنجی مدل‌سازی محدود میکرومکانیک توسعه‌یافته با استفاده از عناصر حجمی نماینده کامپوزیت‌ها، که همبستگی خوبی با آزمایش ارائه می‌دهد، مورد استفاده قرار گرفت. نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند به عنوان یک پایگاه داده مدل‌سازی ارزشمند برای طراحی اولیه شبیه‌سازهای بیولوژیکی مرکب برای کاربردهای خاص باشد. علاوه بر این، مدل‌سازی میکرومکانیک برای بررسی تأثیر رگ‌های خونی و فشار آن‌ها بر خواص شبه‌استاتیک و ویسکوالاستیک پوست مدل‌سازی شده مورد استفاده قرار گرفت. یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که تأثیرات کانال‌های خون ناچیز است و ممکن است نیازی به درج آن‌ها در تحلیل‌های ساختاری محاسباتی برای کاربردهای زیست‌پزشکی نباشد. علاوه بر این، کامپوزیت‌های توسعه‌یافته در مقایسه با الاستومرهای سیلیکونی خالص، مناسب‌تر برای تکرار خواص مختلف پوست انسان، از جمله خواص ساختاری، شبه استاتیکی و دینامیکی هستند.

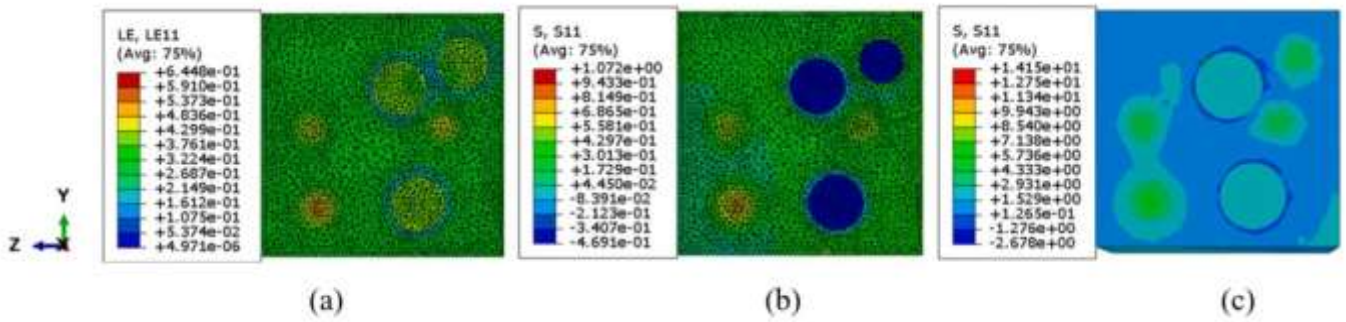
Reference

Chattrairat, A., Aimmanee, S., Kandare, E., Tran, P., & Das, R. (2023). Modelling and characterisation of the dynamic behaviours of silicone-based composite skin simulant with short polyethylene fibres and bioactive glass particles. Mechanics of Materials, 184, 104740.

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

https://doi.org/10.1016/j.mechmat.2023.104740

ترجمه و ویرایش: جواد برزوئی



(a) (b) (c)