POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

فرمول رئولوژیکی جوهر ولکانیزه‌کننده الاستومر سیلیکونی برای چاپ سه‌بعدی مبتنی‌بر اکستروژن در دمای اتاق

چکیده

الاستومر سیلیکون ماده‌ای همه کاره است که به دلیل خواص استثنایی مانند مقاومت در برابر دماهای شدید، هدایت حرارتی و بی‌اثر بودن از نظر زیستی و شیمیایی به طور گسترده در صنایع مختلف استفاده می‌شود. با این حال، روش‌های مرسوم ساخت سیلیکون با قالبگیری محدود می‌شود که دارای محدودیت‌های طراحی است و آن را برای کاربردهای بسیار سفارشی نامناسب می‌نماید. این پژوهش فرمول سیلیکونی جدید ولکانیزه شونده در دمای اتاق (RTV[1]) را ارائه می‌دهد که چاپ سه‌بعدی را با استفاده از روش مبتنی‌بر اکستروژن امکان‌پذیر می‌نماید. این پژوهش مشخص می‌نماید که اندازه‌گیری‌های رئولوژیکی مانند تنش تسلیم استاتیک در تعیین موفقیت چاپ سیلیکون سه‌بعدی حیاتی هستند. افزودنی‌های شیمیایی، از جمله نانو سیلیس و نرم‌کننده‌ها، تأثیر قابل توجهی بر تنش تسلیم استاتیک جوهر سیلیکون دارند و امکان چاپ ساختارهای پیچیده را فراهم می‌نمایند. با افزودن 7 درصد وزنی نانو سیلیس و 10 درصد وزنی نرم‌کننده‌ها، تنش تسلیم استاتیکی 400 Pa فرمولی به دست می‌آید که امکان چاپ ساختارهای سه‌بعدی پیچیده، از جمله داربست‌های ماکرو متخلخل بدون تکیه‌گاه را فراهم می‌نماید. جوهر سیلیکونی تازه فرموله شده قابلیت چاپ و توانایی دستیابی به ساختارهای پیچیده، کاهش زمان ساخت، بهبود مقیاس‌پذیری و انعطاف‌پذیری در طراحی و مشخصات داربست را نشان می‌دهد. این رویکرد جدید فرصت‌های جدیدی را برای توسعه جوهر چاپ سه‌بعدی مبتنی‌بر سیلیکون بسیار سفارشی و مقرون به صرفه برای ساخت مقالات سیلیکونی پیچیده و

[1] room temperature vulcanizing

داربست‌های متخلخل ماکرو باز می‌نماید. کاربردهای بالقوه این رویکرد شامل مهندسی بافت و تجهیزات زیست پزشکی است.

کلیدواژه‌ها: پرینت سه‌بعدی سیلیکونی، نوشتن مستقیم با جوهر، چاپ سیلیکونی، سیلیکون RTV.

نتیجه‌گیری

فرمول سیلیکون RTV مناسب برای پرینت سه‌بعدی مبتنی‌بر اکستروژن از طریق مطالعه عمیق اصلاح‌کننده‌های رئولوژی سیلیکون با موفقیت به دست می‌آید. ویسکوزیته کم و تنش تسلیم استاتیک سیلیکون خالص آن را برای چاپ سه‌بعدی نامناسب می‌نماید. اجزای اصلی اصلاح‌کننده رئولوژی سیلیکون (نرم‌کننده و نانو سیلیس) به صورت جداگانه مورد مطالعه قرار می‌گیرند و تأثیر آن‌ها بر رئولوژی پلیمر سیلیکون تعیین می‌شود. افزودن نانو سیلیس، ویسکوزیته و تنش تسلیم استاتیکی پلیمر سیلیکون را افزایش می‌دهد و در نتیجه رفتار غیر نیوتنی ایجاد می‌نماید که برای چاپ سه‌بعدی مطلوب است. این پژوهش نشان می‌دهد که حداقل 4.2 درصد وزنی نانو سیلیس برای دستیابی به رفتار ژل مانند مورد نیاز است.

تنش تسلیم استاتیک به طور مستقیم با کیفیت چاپ نهایی فرمول سیلیکون مرتبط است. فرمول حاوی 6 درصد وزنی نانو سیلیس و 5.5 درصد وزنی نرم‌کننده‌ها، با تنش تسلیم استاتیکی 400 Pa و تنش تسلیم دینامیکی 472 Pa بهترین کیفیت چاپ را دارد. فرمول نهایی دارای استحکام کششی نهایی 1.068 MPa در کشیدگی 594 درصد و مدول یانگ 1.69 MPa است. فرمول بهینه شده نشان می‌دهد که امکان چاپ ساختارهای داربست بدون تکیه‌گاه با تراکم‌های مختلف را فراهم و در عین حال دقت چاپ خود را برای دستیابی به رفتارهای فشرده‌سازی مورد نظر متفاوت حفظ می‌نماید.

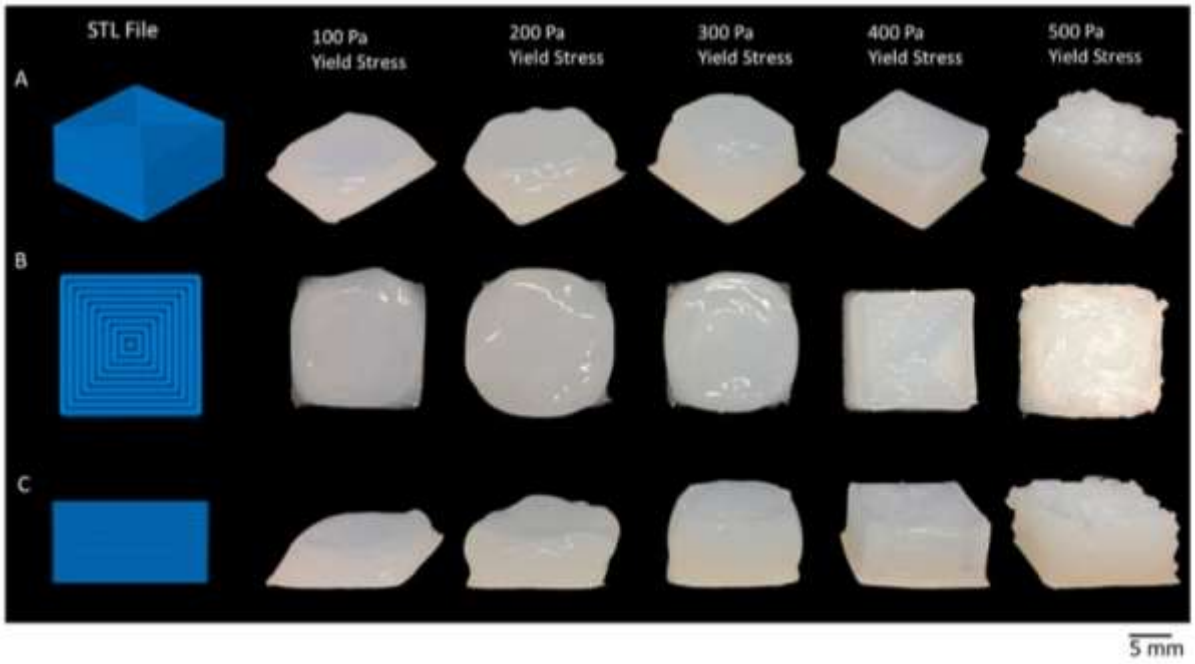
POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

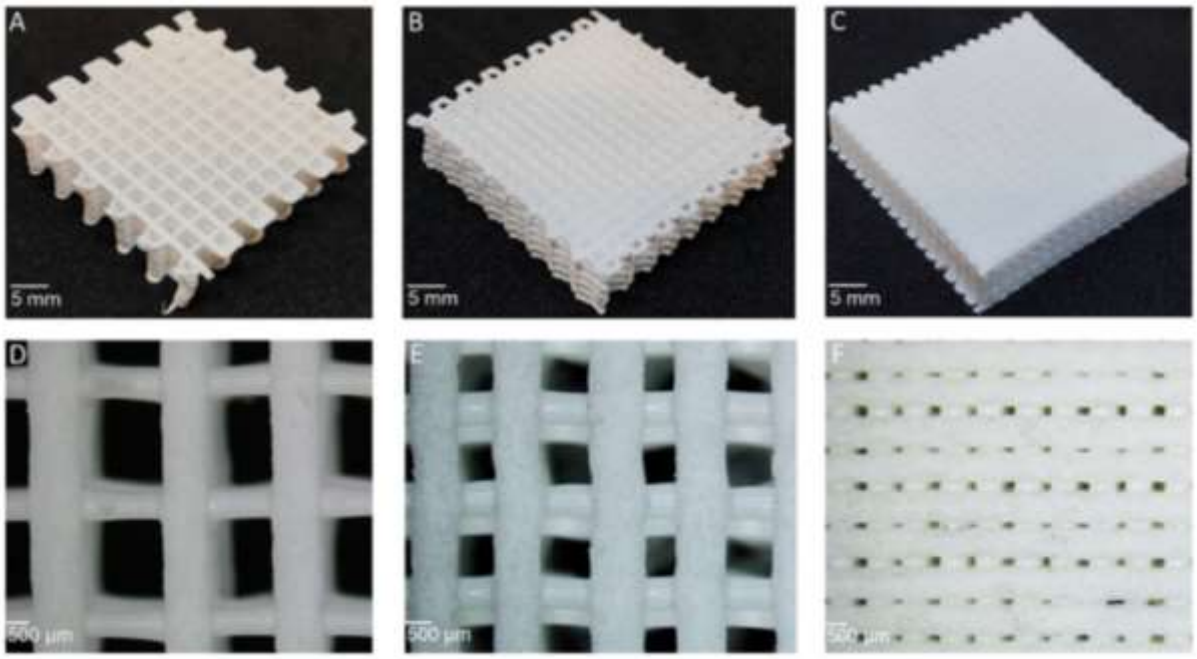
Reference

Lim, J. J., Sim, J. H., & Tey, J. Y. (2023). Rheological formulation of room temperature vulcanizing silicone elastomer ink for extrusion-based 3D printing at room temperature. *Journal of Manufacturing Processes*, *102*, 632-643.

https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2023.07.066

ترجمه و ویرایش: جواد برزوئی


STL File
100 Pa
Yield Stress
200 Pa
Yield Stress
300 Pa
Yield Stress
400 Pa
Yield Stress
500 Pa
Yield Stress
A
B
C
5 mm


A
5 mm
B
5 mm
C
5 mm
D
500 µm
E
500 µm
F