POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

پلی‌اورتان ترموپلاستیک حاوی کربن چاپ‌شده‌ی سه‌بعدی با قابلیت هدایت الکتریکی

چکیده

کامپوزیت‌های انعطاف‌پذیر و رسانا که در عین‌حال بتوان آن‌ها را با پرینتر سه‌بعدی چاپ نمود، با ترکیب یک الاستومر ترموپلاستیک و پرکننده‌های کربن رسانای الکتریکی تهیه می‌شوند. پرینت‌پذیری، کارپذیری، مقاومت شیمیایی، هدایت الکتریکی و اجزای زیست‌سازگار این کامپوزیت ازجمله عواملی است که امکان ساخت تجهیزات الکترونیکی چاپ‌شده‌ی سه‌بعدی، محافظ تداخل الکترومغناطیسی (EMI[1])، گیرنده‌ی الکتریسیته‌ی ساکن و حسگرهای زیست‌پزشکی را فراهم می‌نماید. مشخص شده است که کامپوزیت‌های پلی‌اورتان ترموپلاستیک (TPU[2]) آمیخته‌شده با کربن (C/TPU) قابلیت کرنش‌سنجی مناسبی را دارا می‌باشند و در زمینه‌هایی مانند منسوجات هوشمند و حسگرهای زیست‌پزشکی گزینه‌ی مناسبی هستند. کامپوزیت‌های انعطاف‌پذیر و رسانا با یک اختلاط مکانیکی TPU زیست‌سازگار و کربن تهیه می‌شوند. ساختارهای سه‌بعدی‌ای که انعطاف مکانیکی و هدایت الکتریکی از خود نشان می‌دهند با موفقیت چاپ می‌شوند. سه نوع مختلف از کامپوزیت‌های C/TPU با استفاده از نانولوله‌های کربنی (CNT[3])، دوده (CCB[4]) و گرافیت (G[5]) با اندازه و ترکیب‌بندی متفاوت فیلامنت‌ها تهیه می‌شوند. رسانایی فیلامنت‌های کامپوزیتی TPU/CNT و TPU/CCB هنگامی که میزان فیلرهای کربنی موجود در آمیزه از آستانه‌ی شبکه‌ای شدن، ۸ تا ۱۰ درصد وزنی فراتر رفت، به سرعت افزایش یافت. کامپوزیت زیست‌سازگار آمیخته‌شده با G هیچ مسیر رسانایی در ماتریس TPU ایجاد نمی‌کند. مقاومت در برابر فرورفتگی (سختی) ماتریس TPU با درصد وزنی 40% حفظ می‌شود. افزودن مواد کربنی به TPU خواص مکانیکی کامپوزیت‌ها را بهبود می‌بخشد و فیلرهای کربنی می‌توانند رسانایی الکتریکی را بدون از دست دادن خواص

---

[1] electromagnetic interference

[2] Thermoplastic Polyurethane
[3] carbon nanotube
[4] carbon black
[5] graphite

زیست‌سازگاری بهبود ببخشند. به‌منظور استفاده‌ی عملی از رشته‌های تولیدشده، پارامترهای چاپ بهینه تعیین می‌شود و شرایط چاپ FDM تنظیم می‌گردد. از طریق این فرآیند، انواع ساختارهای نرم C/TPU چاپ‌شده با چاپ سه‌بعدی که رفتار انعطاف‌پذیر و مقاومی را نشان می‌دهند، ساخته و آزمایش می‌شوند تا عملکرد احتمالی کاربردهای الکترونیکی و داربست‌های پزشکی چاپ‌شده با چاپ سه بعدی را بررسی نمایند.

کلمات کلیدی: پلی‌اورتان ترموپلاستیک، TPU آمیخته با کربن، قطعات الکترونیکی منعطف، خواص مکانیکی، هدایت‌پذیری الکتریکی، زیست‌سازگاری.

نتیجه‌گیری:

رشته‌های کامپوزیت C/TPU تولید می‌شوند و مقاومت کامپوزیت‌ها برای ارزیابی امکان‌سنجی کاربرد آن‌ها برای ساخت قطعات الکترونیکی و حسگرهای زیستی با چاپ سه‌بعدی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. سازه‌ها با یک چاپگر FDM ساخت آزمایشگاهی که شامل یک سیستم اکسترود دوگانه، نازل بزرگ‌شده (قطر $0.8 - 1.0 \times 10^{-3} cm$) و یک بخش تغذیه‌ی فیلامنت پیشرفته ساخته می‌شوند. این نتایج نشان می‌دهند که کامپوزیت‌های C/TPU می‌توانند راه‌کارهای جدیدی برای ساخت یک دستگاه الکترونیکی چاپ‌شده‌ی سه‌بعدی انعطاف‌پذیر با یک ساختار یک‌پارچه را با روشی ساده فراهم کند. فیلامنت کامپوزیتی TPU/CNT با حفظ خواص مکانیکی پس از چاپ، به‌ویژه تا ترکیب ۱۰ درصد وزنی CNT، پایدارتر از سایر فیلامنت‌ها با توزیع ذرات یکسان می‌باشد. این کامپوزیت بهترین گزینه برای ساخت ایمپلنت‌هایی با ساختارهای سه‌بعدی چاپ‌شده‌ی نرم و مقاوم در حوزه‌ی زیست‌پزشکی می‌باشد. نشان داده می‌شود که برای کامپوزیت‌های تک‌پراکنش TPU/CNT یا TPU/CCB، آستانه‌ی شبکه‌ای شدن در محدوده ۸ تا ۱۰ درصد وزنی پرکننده‌های کربنی است. اگرچه آزمایشات بیشتری برای داده‌های دقیق در مورد خواص مکانیکی و زیست‌سازگاری مورد نیاز است، این نمونه‌های اولیه نشان می‌دهند که مواد کامپوزیتی C/TPU کاربردهای بالقوای در زمینه‌ی داربست‌های چاپ دارند.

Reference

Kim, N.P., 2020. 3D-printed conductive carbon-infused thermoplastic polyurethane. Polymers, 12(6), p.1224.

https://doi.org/10.3390/polym12061224

ترجمه و ویرایش: احمد غلامیان مقدم