

## تأثیر لاستیک آسیاب شده بر خواص ساختاری، مکانیکی و حرارتی فومهای پلی‌یورتان انعطاف‌پذیر

چکیده: فوم پلی‌یورتان انعطاف‌پذیر با دو نوع لاستیک آسیاب شده، اصلاح نشده و از نظر ترمومکانیکی بازیافت<sup>۱</sup> شده اصلاح شد. فرآیند بازیافت در شرایط گرمایی خودکار انجام شد که هزینه فرآیند را کاهش داد و اثرات زیستمحیطی واولکانیزاسیون<sup>۲</sup> (به عنوان مثال انتشار گازها) را کاهش داد. فرآیند بازیافت به روشهای پیوسته با استفاده از یک اکسترودر دو مارپیچه انجام شد. فومها به روش تک مرحله‌ای تهیه شدند تا نسبت گروههای ایزووسیانات به گروههای هیدروکسیل برابر با یک باشد. ذرات لاستیک آسیاب شده به مخلوط پلی‌ال اضافه شد. تأثیر اصلاح لاستیک بر خواص کامپوزیت‌های پلی‌یورتان حاصل با آنالیز خواص مکانیکی ایستایی و دینامیکی و خواص حرارتی تعیین گردید. ادغام ذرات لاستیک در ماتریس پلیمری باعث تغییرات قابل توجهی در ساختار سلولی فوم پلی‌یورتان شد که با تصاویر SEM تایید شد. علاوه بر این، محتوای بالاتر لاستیک آسیاب شده در کامپوزیت‌های فوم پلی‌اورتان/لاستیک آسیاب شده، باعث افزایش چگالی اتصال عرضی آنها که از روش اندازه‌گیری‌های تورم تخمین زده می‌شود، گردید. همچنین از طریق افزایش دمای انتقال شیشه‌ای اندازه گیری شده توسط آنالیز مکانیکی دینامیکی و کالریمتری اسکن تفاضلی، این موضوع تایید شد. افزودن لاستیک آسیاب شده به فومهای پلی‌یورتان تأثیر بسیار مثبتی بر پایداری حرارتی آنها داشت که به روش دمای مربوط به کاهش جرم 2 درصدی در طول تخریب مواد، اندازه گیری شد. اصلاح، دمای تخریب اولیه را حتی تا 14 درجه سانتیگراد در مقایسه با نمونه مرجع افزایش داد.

<sup>1</sup> reclame

<sup>2</sup> devulcanization

کلمات کلیدی: فوم‌های پلی‌بورتان، لاستیک آسیاب شده، بازیافت، لاستیک پسماند، خواص حرارتی.

### نتیجه‌گیری

کار تحقیقاتی ارائه شده تایید می‌نماید که ادغام لاستیک آسیاب شده با فوم‌های پلی‌بورتان تأثیر مثبت و قابل توجهی بر پایداری حرارتی و مقاومت فشاری مواد حاصل دارد و به طور همزمان باعث کاهش اثرات زیست محیطی آنها می‌شود که مربوط به استفاده از مواد پسماند<sup>۳</sup> است.

نتایج ارائه شده واکنش بین گروه ایزوسیانات و گروه‌های فعال موجود بر روی سطح ذرات لاستیک در سطح GTR<sup>4</sup> را تأیید کرد که تأثیر قابل توجهی بر ریزساختار و خواص فوم‌های کامپوزیت پلی‌بورتان/لاستیک آسیاب شده دارد. مشاهده شد که، صرف نظر از نوع GTR، مقداری کمتری از اندازه سلول در مورد فوم کامپوزیت PUR/GTR با pbw 30 (قطعات وزن) GTR در مقایسه با نمونه‌های با pbw 10 GTR مشاهده شد. این پدیده با افزایش ویسکوزیته مخلوط واکنش ناشی از افزودن پرکننده‌های همراه لاستیکی است.

افزودن ذرات لاستیک به ماتریس پلیمری، چگالی ظاهری ماده را افزایش داد. با این حال، همیشه با افزایش مقاومت فشاری همراه نبود. در مورد GTR ترمو مکانیکی بازیافت شده، به دلیل تغییرات در ساختار لاستیک در جریان احیاء، هیچ اثر تقویتی مشاهده نشد. واولکانیزاسیون لاستیک که در طی بازیافت اتفاق می‌افتد باعث

<sup>3</sup> Waste material

<sup>4</sup> ground tire rubber

شکستن پیوندهای S-S که مسئول خواص مکانیکی لاستیک هستند، می‌شود و منجر به ایجاد گروههای عاملی مختلف اکسیژن بر روی سطح ماده می‌شود.

با توجه به حضور ذرات GTR، تحرک زنجیرهای پلیمری به طور قابل توجهی کاهش یافت، که منجر به افزایش دمای انتقال شیشه‌ای ماتریس پلی‌بورتان شد، که هر دو توسط آنالیز مکانیکی دینامیکی و کالریمتری اسکن تفاضلی تایید شد. مقادیر  $T_g$  حتی تا 4 درجه سانتیگراد با افزودن لاستیک آسیاب شده افزایش یافت. همراه نمودن پسماند لاستیکی در ماتریس پلی‌بورتان، پایداری حرارتی فوم‌های حاصل را افزایش داد. دمای تخریب اولیه و درصد وزنی باقیمانده در دمای 510 درجه سانتی‌گراد با افزودن GTR به طور قابل توجهی افزایش یافت که مربوط به حضور دوده در پرکننده‌های مورد استفاده بود.

تحقیقات آینده مربوط به اصلاح فوم‌های پلی‌بورتان با پسماند لاستیکی بر روی برهمکنش‌های بین ذرات GTR و ایزوسیانات‌ها و ادغام سایر مواد زائد یا مواد خام از منابع تجدیدپذیر مانند روغن‌های گیاهی یا لیگنین متمرکز خواهد شد تا اثرات زیست محیطی پلاستیک‌های حاصل را کاهش دهد.

Łukasz Piszczyk, Aleksander Hejna, Krzysztof Formela, Magdalena Danowska, Michał Strankowski.

Iran Polym J (2015) 24:75–84.  
DOI 10.1007/s13726-014-0301-4.