

چسب بین سطحی به سمت یک صنعت بدون ضایعات

چکیده

این مقاله به‌طور ویژه تلاش‌های جاری برای تطبیق چسب‌ها با هدف زندگی بدون زباله را ارزیابی نموده و امیدوارکننده‌ترین مسیرهای آینده را پیشنهاد می‌نماید. چسب‌ها همیشه در تولید بدون ضایعات^۱ (در حد صفر) در نظر گرفته نمی‌شوند چراکه تنها بخش کوچکی از یک محصول را نشان داده و هیچ عملکرد اضافی ارائه نمی‌گردد. ضمناً، حضور آنها استقرار مجدد قطعات تشکیل دهنده در چرخه اقتصادی^۲ را محدود می‌نماید، بنابراین نسل جدیدی از چسب‌ها مورد نیاز می‌باشد. علاوه بر این، تولید آنها اغلب منجر به تولید آلاینده‌های مضر می‌گردد. در این بررسی، دو رویکرد اصلی برای رسیدگی به این مشکلات در نظر گرفته شده است: اول، استفاده از مواد طبیعی که جایگزین پلیمرهای مبتنی بر نفت شده که چسب‌های معمولی از آن ساخته می‌شوند و دوم، تولید چسب‌های جداشدنی که می‌توانند در صورت نیاز با استفاده از یک محرک خارجی جدا گردند. این رویکردها، به صورت جداگانه یا ترکیبی، الگوی جدیدی را در تولید صنعتی بدون زباله (در حد صفر)^۳ و کاربردهایی برای مصرف‌کننده ارائه می‌نمایند.

نتیجه‌گیری

استفاده از چسب‌های مبتنی بر مواد طبیعی قبل از قرن بیستم یک هنجار بشمار می‌رفت، اما تجدید فعالیت این چسب‌ها به دلیل پایداری آنها در حال حاضر با محدودیت‌های تحمیل شده توسط تقاضاهایی روبرو است که به راحتی توسط نسخه‌های مصنوعی آنها برآورده می‌گردد. اگرچه مواد زیستی را می‌توان برای بهبود خواص چسبندگی و مقاومت اصلاح نمود، اما این اصلاحات اغلب نیاز به گنجاندن ترکیبات تجدیدناپذیر دارند که منجر به کاهش سازگاری محیطی فرآیند^۴ و چسب نهایی می‌گردد.

از دیدگاه پایداری، جذاب‌ترین رویکرد طراحی ساختارهای ماکرومولکولی از مواد خام طبیعی است. ترکیب مونومرهای طبیعی و پلیمرهای زیستی^۵ برای ایجاد موادی که قابلیت برگشت‌پذیری چسب را دارند حتی جذاب‌تر

¹ Zero-waste

² Circular economy

³ Zero-waste industrial production

⁴ Environmental friendliness of the process

⁵ Biopolymers

خواهد بود. علاوه بر این، تخریب طبیعی یا ناشی از آزریم تضمین می‌نماید که این چسب‌ها الزامات یک صنعت بدون زباله را برآورده می‌گرداند.

با توجه به وضعیت فعلی فناوری چسبندگی، که به‌طور گسترده براساس مواد مصنوعی است، یک چسب ایده‌آل برای صنعت بدون ضایعات، چسبی است که در آن مواد چسبناک بازیابی و و به تولید بازیافت گردند. باین حال، بازیافت متغیرترین فرآیند باقی می‌ماند: اول، به‌این دلیل که حذف چسب از زیرلایه می‌تواند مشکل‌ساز باشد و دوم، به دلیل ترکیب آن است. یکی از احتمالات می‌تواند استفاده از مواد زائد موجود برای تولید چسب باشد. تاکنون تحقیقات اندکی در این زمینه انجام شده است.

طراحی چرخه اقتصادی⁶ باید از مونومرهای جدید با بخش‌های خاص دور گردد، زیرا این مونومرها معمولاً در مقادیر کم به دست می‌آیند و اغلب به روش‌های سنتز بسیار تخصصی نیاز دارند. یک رویکرد واقع بینانه‌تر، استفاده از مواد اولیه موجود و اصلاح آنها، در صورت لزوم، از طریق تکنیک‌های موجود است که در صورت نیاز می‌توان آنها را افزایش داد. پلیمرها، کوپلیمرها، آلیاژها و کامپوزیت‌ها (از جمله آنهايي که دارای فازهای آلی و معدنی هستند) می‌توانند برای کاربرد در بیش از یک زمینه به جای کاربردهای خاص توسعه داده شوند.

برای موفقیت یک فناوری چسب جدید، اگر از مواد طبیعی ساخته شده باشد یا به‌عنوان یک چسب جداشدنی تهیه گردد، نه تنها باید خواص آن مناسب باشد، بلکه هزینه سیستم چسب شامل معرف‌ها، تجهیزات فرآیند و ابزارهای جداسازی نیز باید قابل مقایسه با فناوری‌های فعلی چسب باشد. این امر ترکیبات اولیه‌ای را که نیاز به اصلاح قبلی و پرهزینه یا روش‌های خالص‌سازی گسترده دارند، حذف می‌نمایند. علاوه بر این، استفاده از فرآیندهای تولید صنعتی فعلی برای یکپارچگی روان در سیستم‌های موجود مفید خواهد بود.

طراحی در الگو سه بعدی برای ادغام چسب‌ها در یک سیستم بدون زباله ضروری است. نسل جدید چسب‌ها باید از مواد تجدیدپذیر، مواد زائد یا با جایگزینی معرف‌های مضر با مواد کم‌خطر ساخته شوند. چسب‌های جداشدنی امیدوارکننده‌ترین جایگزین هستند، زیرا امکان ادغام مجدد قطعات اتصالی در جریان تولید را فراهم می‌نمایند و در نتیجه میزان زباله‌های جامد را که در اقیانوس‌ها و محل‌های دفن زباله ختم می‌شوند، کاهش می‌دهند. یک گام به‌سوی یک صنعت چسب پایدارتر، استفاده از مواد زیستی برای تولید سیستم‌های برگشت‌پذیر و توسعه فناوری‌های بازیابی چسب یا محصولات قابل تجزیه می‌باشد.

⁶ Design for a circular economy

Reference

Sierra-Romero A, Novakovic K, Geoghegan M. Adhesive Interfaces toward a Zero-Waste Industry. *Langmuir*. 2022 Dec 7.

<https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.2c02436>
Langmuir 2022, 38, 15476–15493