POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

مواد سیلیکونی خود ترمیم‌شونده: با نگاه به گذشته و حرکت به سمت آینده

چکیده

این پژوهش به مواد سیلیکونی خود ترمیم‌شونده اختصاص دارد که می‌توانند به طور جزئی یا کامل خصوصیات اولیه خود را پس از آسیب مکانیکی یا الکتریکی مانند ترک‌های ریز، خراش‌ها و بریدگی‌ها بازیابی نمایند. مفهوم مواد خود ترمیم‌شونده از بیومواد (بافت‌های زنده) که قادر به خودترمیمی و بازسازی عملکردهای خود (گیاهان، پوست و استخوان انسان و غیره) هستند، نشأت می‌گیرد. سیلیکون‌ها یکی از امیدوارکننده‌ترین ماتریس‌های پلیمری برای ایجاد مواد خود ترمیم‌شونده هستند. سیلیکون‌های خود ترمیم‌شونده باعث افزایش طول عمر و دوام مواد و تجهیزات مبتنی‌بر آن‌ها می‌شود. در این پژوهش، تجزیه و تحلیلی انتقادی از انواع فعلی مواد سیلیکونی خود ترمیم‌شونده و خواص عملکردی آن‌ها ارائه می‌شود که می‌توانند در پزشکی، اپتوالکترونیک، نانو تکنولوژی، تولید مواد افزودنی، رباتیک نرم، الکترونیک الهام گرفته از پوست، حفاظت از سطوح و غیره استفاده شوند.

کلیدواژه‌ها: خود درمانی؛ مواد سیلیکونی؛ فعل و انفعالات برگشت‌پذیر؛ پوشش‌های محافظ؛ سنسورها؛ محرک‌ها؛ دستگاه‌های الکترولومینسانس.

نتیجه‌گیری

گام‌های بزرگی در توسعه SHSM[1]ها در چند سال گذشته برداشته شده است. اگر پیش از این حدود 10 تا 20 سال پیش، تنها مکانیسم‌های SH[2] در شبکه‌های پلیمری سه‌بعدی پویا مورد مطالعه قرار می‌گرفتند، در طی پنج سال گذشته، تاکید بر ترکیب چندین نوع پیوند با قابلیت برگشت‌پذیری در پلی‌سیلوکسان‌ها

[1] self-healing silicone materials
[2] self-healing

صورت گرفته است و استفاده از این مواد سیلیکونی در حوزه‌های پیشرفته و مهم علم مواد مورد توجه قرار گرفته‌اند.

فعل و انفعالات شیمیایی برگشت‌پذیر مورد استفاده در SHSMها به عنوان پیوندهای کووالانسی و غیرکووالانسی طبقه‌بندی می‌شوند. SHSMهای مبتنی‌بر فعل و انفعالات کووالانسی خصوصیات SH عمدتاً غیرخودکار را نشان می‌دهند و به عمل خارجی (گرمایش، UV[1]، عامل واکنش اضافی) نیاز دارند که با پیوندهای قوی‌تر در ساختار آن‌ها و افزایش انرژی تفکیک مرتبط است. این را نمی‌توان یک مزیت یا عیب بدون ابهام نامید زیرا در برخی موارد، SHSMها را می‌توان در صورتی بکار برد که فقط تحت شرایط خاص خودترمیم شوند.

یکی از ویژگی‌های مهم پیوندهای هماهنگی فلز-لیگاند که به دسته برهمکنش‌های کووالانسی تعلق دارد، این است که خواص مکانیکی و ماده SH را می‌توان با تغییر ساختار و وزن مولکولی لیگاند پلی‌سیلوکسان، نسبت به لیگاند فلز به پلی‌سیلوکسان، محتوای یون و یون فلزی به راحتی کنترل نمود.

پیوندهای غیرکووالانسی در مقایسه با پیوندهای کووالانسی، برهمکنش‌های ضعیف‌تری هستند که عمدتاً به SH خودمختار (به ویژه پیوندهای هیدروژنی و یونی) منجر می‌شوند. با این حال، برای تشکیل ساختارهای پلیمری SH پایدار، از نظر مکانیکی قوی و بادوام، لازم است تعداد زیادی پیوند غیرکووالانسی ضعیف تشکیل شود.

همراه با مزایای عظیم مواد خود ترمیم شونده، عوارض جانبی اغلب می‌تواند منجر به چسبندگی بسیاری از این SHSMها شود و در تماس با برخی از حلال‌ها (به طور کامل یا جزئی) حل شوند، که می‌تواند منجر به برخی مشکلات برای کاربردهای بالقوه آن‌ها شود. در این راستا، SHSMها با فعل و انفعالات ترکیبی و

[1] ultraviolet

نانوپرکننده‌ها در حال توسعه هستند تا معایب ذکر شده در بالا را برطرف نمایند. نانوکامپوزیت‌هایی با طیف خاصی از خواص (رسانایی الکتریکی، فوتولومینسانس، الکترولومینسانس، خواص مغناطیسی، استحکام مکانیکی بالا، دوام و غیره) اغلب بر اساس SHSMهایی با پیوندهای کووالانسی (واکنش‌های دیلز-آلدر، پیوندهای هماهنگی و غیره) و نوع غیرکووالانسی پیوندهای برگشت‌پذیر (پیوندهای هیدروژنی و غیره) بین نانوذرات و ماتریس پلی‌سیلوکسان در ساختار آن‌ها ایجاد می‌شوند.

SHSMها نه تنها می‌توانند ویژگی‌های معمولی SH را داشته باشند، بلکه برخی خواص اضافی نیز دارند که برای گسترش کاربرد آن‌ها مفید است، از جمله مقاومت در برابر حرارت و سرما، فعالیت اکسیداسیون و کاهش، نورتابی، خواص دی‌الکتریک بالا، هدایت الکتریکی، ضد رسوب، ضد میکروبی، خاصیت ضد یخ و غیره.

زمینه‌های کاربردی SHSMها به طور قابل توجهی گسترش یافته است. به عنوان مثال، لاستیک‌های سیلیکونی SH کاربردهای گسترده‌ای در نانوتکنولوژی، اپتوالکترونیک، زیست‌پزشکی، تولید مواد افزودنی، روباتیک نرم و فعالیت‌های انسانی به‌عنوان پوشش‌های محافظ خود ترمیم‌شونده، لایه‌های محافظ الکترومغناطیسی، حسگرها و لوازم الکترونیکی الهام گرفته از پوست، محرک‌ها و ماهیچه‌های مصنوعی، نانو ژنراتورهای تریبوالکتریک، دستگاه‌های درخشان و الکترولومینسانس انعطاف‌پذیر یا قابل کشش و سلول‌های خورشیدی دارند.

با این حال، پتانسیل کاربرد SHSMها به طور کامل افشا نشده است. در این راستا، توسعه این رشته از شیمی پلیمر و علم مواد، وظایف چالش برانگیزی را برای جامعه علمی ایجاد می‌نماید.

Reference

Deriabin, K. V., Filippova, S. S., & Islamova, R. M. (2023). Self-Healing Silicone Materials: Looking Back and Moving Forward. *Biomimetics*, *8*(3), 286.

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

https://doi.org/10.3390/biomimetics8030286

ترجمه و ویرایش: جواد برزوئی