POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

دینامیک روانکاری سیلیکون‌های متورم برای محدود نمودن رسوب طولانی مدت و بیوفیلم‌های میکروبی

چکیده

آلودگی یا رسوب باکتریایی و تشکیل بیوفیلم در دستگاه‌های پزشکی همچنان مشکلی پرهزینه و جدی در مراقبت‌های بهداشتی است. الاستومرهای سیلیکونی (پلی‌دی‌متیل‌سیلوکسان، PDMS) بیومواد رایجی هستند اما نسبت به آلودگی سطحی باکتریایی و رشد بیوفیلم حساس می‌باشند. الاستومرهای PDMS "خود روان شونده» (iPDMS) پتانسیل این را دارند که میزان اتصال سلولی، تشکیل بیوفیلم و عفونت را تا حد زیادی کاهش دهند. الاستومرهای متقاطع PDMS غوطه‌ور در روغن PDMS تا غلظت تعادل متورم می‌شوند تا شبکه متورم شده‌ای را ایجاد نمایند و سپس از طریق تشدید کنندگی لایه مایع سطحی را تشکیل می‌دهند. در این پژوهش سینتیک تورم و تشدید کنندگی به عنوان تابعی از زمان، ویسکوزیته (10 cSt – 1.5) و چگالی اتصال عرضی اندازه‌گیری می‌شود تا تشکیل لایه روان‌کننده سطحی و مقاومت در برابر رسوب‌گذاری زیستی را بهینه نمایند. ضخامت لایه روان‌کننده در محل (پروفیلومتری نوری و AFM) برای سطوح مسطح و با بافت میکرو، به عنوان تابعی از زمان و نسبت تورم، در محدوده 1 mm – 0.1 اندازه‌گیری می‌شود و به طور مداوم با زمان افزایش می‌یابد. در این پژوهش نشان داده می‌شود که این نسل پیوسته احتمالاً به دلیل ساختار مجدد تدریجی و پویایی شبکه الاستومری است. خواص ضد رسوب طولانی مدت (10 cSt) iPDMS برای رشد سودوموناس آئروژینوزا در بیوراکتور کشت جریانی مورد آزمایش قرار می‌گیرد و پس از 30 روز کاهش 103 تا 104 تراکم سلولی باکتریایی برای iPDMS در مقایسه با الاستومرهای PDMS معمولی را نشان می‌دهد. این عملکرد طولانی مدت و فعالیت غیر اختصاصی، آن‌ها را برای دستگاه‌های زیست پزشکی مانند کاتترهای ادراری بسیار مناسب می‌نماید.

کلیدواژه‌ها: روانکاری، سیلیکون، بیوفیلم‌های میکروبی، PDMS، دستگاه‌های زیست پزشکی، کاتترهای ادراری.

Keywords: Lubrication, Silicone, microbial biofilms, biomedical devices, urinary catheters.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش نشان داده می‌شود که سینتیک تورم و iPDMS اتصال عرضی تعادلی تا حد زیادی به طول زنجیره PDMSL تزریق شده و درجه اتصال عرضی در PDMSE بستگی دارد. نکته مهم این است که ضخامت لایه روان‌کننده را که توسط تشدید کنندگی در طول زمان تشکیل شده است، در این پژوهش به صورت کمی اندازه‌گیری می‌شود. همچنین، به نظر می‌رسد که این هم‌افزایی با آرامش مداوم و اتصال عرضی شبکه الاستومری و نه فقط با به حداقل رساندن انرژی سطحی، انجام می‌شود. بنابراین، این پژوهش نشان می‌دهد که نسبت تورم را می‌توان برای کنترل تشکیل لایه روان‌کننده مانع تنظیم نمود تا فعالیت ضد رسوب زیستی را بهینه نماید. همچنین، عملکرد بلندمدت این مواد نیاز به برنامه‌ریزی برای کاهش تدریجی نرخ تشدید کنندگی در طول زمان دارد، زیرا سیستم به تعادل می‌رسد. محققان باید در اندازه‌گیری خواص ضد رسوب و ضد چسبندگی SLIPS به عمر(پیری) و سینتیک اتصال عرضی مواد iPDMS در حالت غیرتعادلی توجه نمایند.

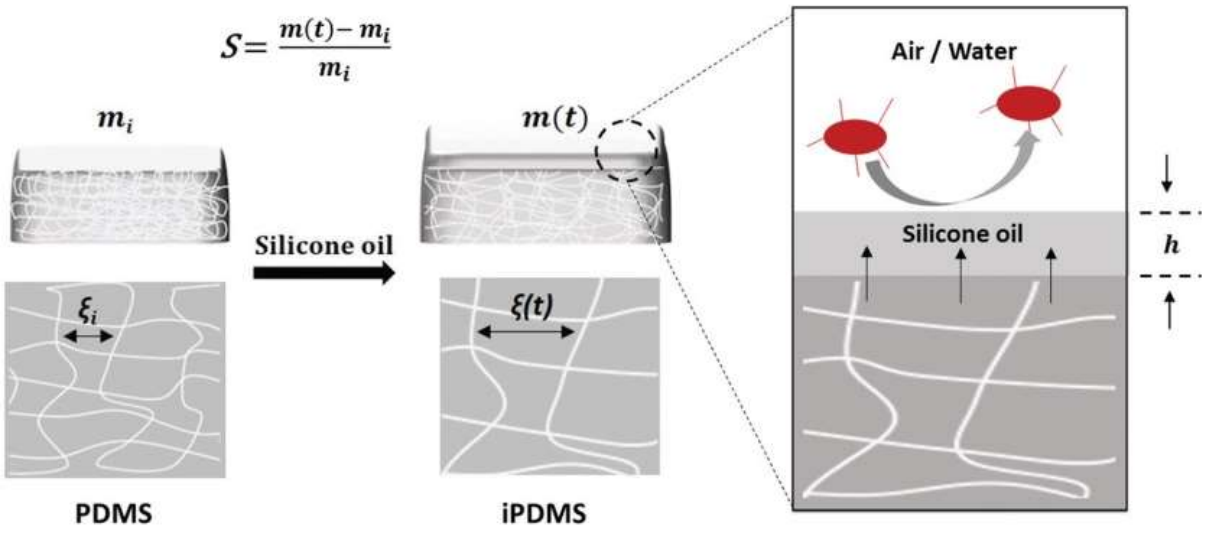
مزیت قابل توجه تزریق iPDMS این است که می‌توان آن را برای دستگاه‌های پزشکی سیلیکونی معمولی اعمال نمود. اما، شسته‌شدن بالقوه یا فرسایش برشی روغن PDMSL در خود بدن باید مورد توجه قرار گیرد. روغن‌های سیلیکونی برای کاربردهای مختلف پزشکی مورد تایید FDA هستند و سمیت کمی برای طیف وسیعی از باکتری‌ها، ارگانیسم‌های دریایی و غیرسمی برای استفاده در ایمپلنت‌های پستان نشان می‌دهند. در روشی دیگر، الاستومرهای پلیمری دیگری ممکن است برای "تزریق روان‌کننده" به عنوان اصل طراحی، با در نظر گرفتن این مکانیسم هم‌افزایی، مناسب باشند. الاستومرهای پلی‌یورتان یا اپوکسی (یا سایرین مانند پلی‌اولفین، پلی‌دی‌ان و الاستومرهای پلی‌پپتیدی) موادی هستند که به طور گسترده در کاربردهای زیست پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

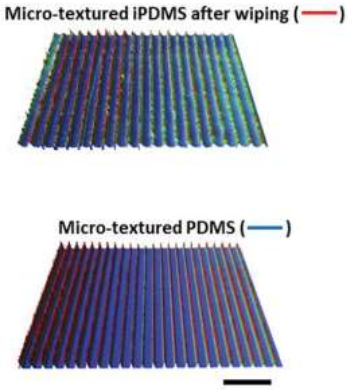
Reference

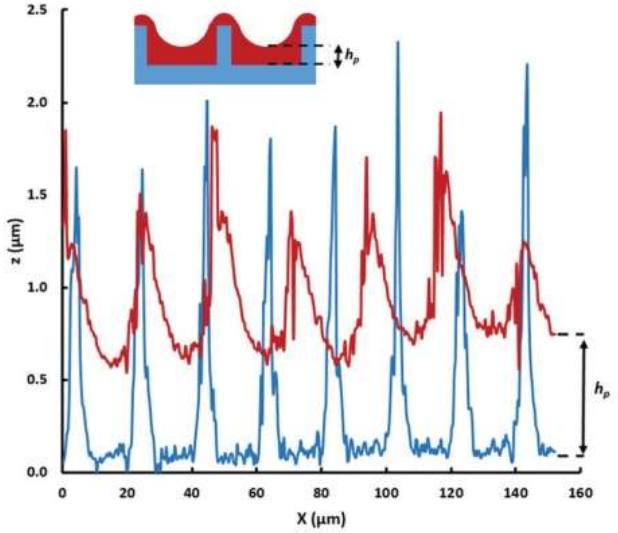
Lavielle, N., Asker, D., & Hatton, B. D. (2021). Lubrication dynamics of swollen silicones to limit long term fouling and microbial biofilms. Soft Matter, 17(4), 936-946.

DOI: 10.1039/d0sm01039a

ترجمه و ویرایش: جواد برزوئی


$S = \frac{m(t) - m_i}{m_i}$
m_i
$m(t)$
Silicone oil
ξ_i
$\xi(t)$
PDMS
iPDMS
Air / Water
Silicone oil
h


Micro-textured iPDMS after wiping (—)
Micro-textured PDMS (—)


2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
z (μm)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
X (μm)
h_p