

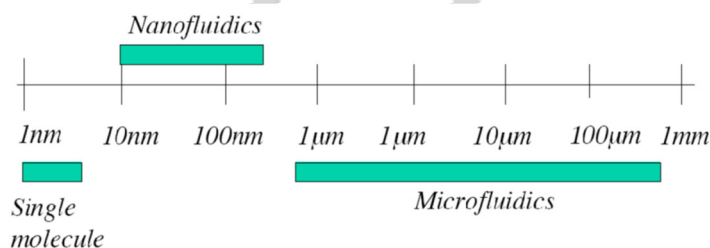
بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

جزوه آموزشی میکروسیال ها

yekta-shimi
www.yekta-shimi.ir

میکروسیال ها

میکروسیال چیست؟ در واقع مطالعه سیال ها در ابعاد میکرو را میکروسیال ها می باشد. میکروفلوئیدیک در واقع علم و فناوری ای است که با مقادیر بسیار کم سیالات، (10^{-9} تا 10^{-18} لیتر)، در کانال هایی با ابعاد دهها تا صدها میکرومتر سرکار دارد. این رشته از ادغام رشته های مختلف مانند شیمی، فیزیک، زیست شناسی، علم مواد، دینامیک سیالات و میکروالکترونیک پدید آمده است. اگرچه این حوزه نسبتاً جدید است، اما مفهوم میکروکانال ها، در تجهیزات کروماتوگرافی گازی و الکتروفورز مویرگی (شیشه ای یا کوارتز) و همچنین در راکتورهای جریان (فلزی) دارد وجود دارد. در دهه ۱۹۸۰، طرح های پیچیده تری برای هدایت جریان مایع در میکروکانال ها در اسناد ثبت اختراع ثبت شد که گامی مهم در توسعه فناوری های میکروفلوئیدیک به حساب می آید. با این حال، دهه ۱۹۹۰ به عنوان طلوع عصر میکروفلوئیدیک شناخته می شود، دوره ای که شاهد رشد تصاعدی و تثبیت این فناوری به عنوان ابزاری قدرتمند با پتانسیل عظیم برای پیشرفت های بیشتر بود.



این دستگاه های کوچک مینیاتوری در مقیاس میکرو، ابزارهای مفیدی برای انجام کارهایی مانند واکنش ها، جداسازی ها یا تشخیص ترکیبات مختلف هستند. نام گذاری این دستگاه ها در کارها، می تواند بسته به کاربرد و ویژگی های عملکردی آنها متفاوت باشد و اصطلاحاتی مانند میکروراکتور، آزمایشگاه روی تراشه و اندام روی تراشه به طور رایج استفاده می شود. انتخاب مواد و روش ساخت تراشه های میکروفلوئیدیک توسط کاربرد مورد نظر آنها انتخاب می شود. تنوع گسترده تکنیک های ساخت و همچنین تکنیک های در حال توسعه که در کتاب ها و مقالات مستند شده اند، راه را برای پیشرفت مداوم در میکروفلوئیدیک هموار می کند و فرصت های جدید و هیجان انگیزی را برای بخش های علمی و صنعتی ایجاد می کند. فراتر از پتانسیل علمی آن، میکروفلوئیدیک نویدبخش کاربردهای بسیار در دنیای واقعی است، به طوری که دستگاه های تجاری موجود در حال حاضر در زمینه هایی مانند تست بارداری خانگی، تشخیص سریع ویروسی (HIV، COVID-19)، تیخال ساده، هیپاتیت A، B و C و نظارت بر قند خون وجود دارند و استفاده می شوند.

تفاوت و ویژگی های خاص در مقیاس میکرو

برخی از ویژگی های مربوط به فیزیک سیالات در حالت میکرو با حالت ماکرو متفاوت است که در متن زیر به آن ها اشاره شده است:

زمان های ماند کوتاه تر در میکروفلوئیدیک

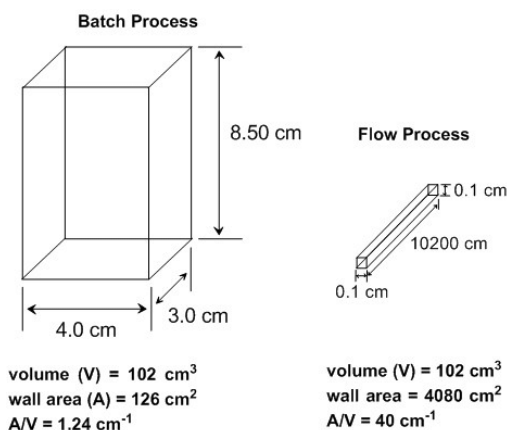
در میکروفلوئیدیک، "زمان های ماند کوتاه تر" به مدت زمانی اشاره دارد که یک سیال یا ماده در داخل کانال های میکروسکوپی دستگاه میکروفلوئیدیک باقی می ماند. این زمان به طور قابل توجهی کوتاه تر از زمان های نگهداری در سیستم های جریان ماکروسکوپی سنتی است.

دلایل متعددی برای این امر وجود دارد:

۱. ابعاد کوچک کانال ها: کانال های میکروفلوئیدیک معمولاً قطر بسیار کوچکی دارند، در حد دهها تا صدها میکرومتر. این امر به معنای حجم بسیار کم مایع در هر بخش از کانال است و در نتیجه، زمان لازم برای عبور مایع از کانال به طور قابل توجهی کم می باشد.

۲. سرعت جریان بالا: به دلیل ابعاد کوچک کانال ها، سرعت جریان سیال در میکروفلوئیدیک به طور قابل توجهی بالاتر از سیستم های ماکروسکوپی است. این امر به نوبه خود، زمان لازم برای عبور مایع از کانال را کاهش می دهد.

۳. نسبت سطح به حجم بالا: میکروفلوئیدیک با نسبت سطح به حجم بالا معروف است، به این معنی که سطح تماس بین سیال و دیواره‌های کانال در مقایسه با حجم سیال زیاد است. این امر به تبادل سریع‌تر گرما و جرم بین سیال و دیواره‌های کانال کمک می‌کند و در نتیجه، زمان لازم برای رسیدن سیال به تعادل را کاهش می‌دهد.



مزایای زمان‌های نگهداری کوتاه‌تر:

افزایش سرعت واکنش: زمان‌های ماند کوتاه‌تر به معنای زمان واکنش سریع‌تر برای فرآیندهای شیمیایی و بیولوژیکی در داخل دستگاه‌های میکروفلوئیدیک است.

کاهش پدیده انتشار: زمان‌های ماند کوتاه‌تر انتشار مولکول‌ها را در داخل دستگاه‌های میکروفلوئیدیک محدود می‌کند که برای برخی از کاربردها مانند جداسازی و آنالیز مفید است. در نمونه‌ها بعد از جداسازی چون امکان مخلوط شدن مجدد را دارند.

کاربردهای زمان‌های نگهداری کوتاه‌تر:

سنتز نانومواد: زمان‌های ماند کوتاه‌تر برای سنتز نانوذرات با مورفولوژی و خواص کنترل‌شده در دستگاه‌های میکروفلوئیدیک استفاده می‌شود. آنالیز شیمیایی: از زمان‌های ماند کوتاه‌تر برای انجام واکنش‌های شیمیایی سریع و اندازه‌گیری غلظت مواد در دستگاه‌های میکروفلوئیدیک استفاده می‌شود. مطالعات بیولوژیکی: از زمان‌های نگهداری کوتاه‌تر برای مطالعه رفتار سلول‌ها و میکروارگانیسم‌ها در دستگاه‌های میکروفلوئیدیک استفاده می‌شود.

الگوهای جریان آرام در میکروفلوئیدیک

در میکروفلوئیدیک، "الگوهای جریان آرام" به الگوهای جریان سیال در داخل کانال‌های میکروسکوپی دستگاه‌های میکروفلوئیدیک اشاره دارد که در آن سیال به طور یکنواخت و بدون اغتشاش حرکت می‌کند. این نوع جریان در مقابل جریان آشفته قرار می‌گیرد که در آن سیال به طور تصادفی و با نوسانات قابل توجهی حرکت می‌کند.

دلایل ایجاد جریان آرام در میکروفلوئیدیک:

۱- ابعاد کوچک کانال‌ها: کانال‌های میکروفلوئیدیک به دلیل قطر کوچک خود، نیروهای اینرسی را که باعث ایجاد آشفتگی در جریان می‌شوند، به طور قابل توجهی کاهش می‌دهند.

۲-سرعت جریان پایین: سرعت جریان سیال در میکروفلوئیدیک به دلیل ابعاد کوچک کانال‌ها معمولاً پایین است که به نوبه خود، از ایجاد آشفتگی جلوگیری می‌کند.

۳-نسبت سطح به حجم بالا: میکروفلوئیدیک با نسبت سطح به حجم بالا مشخص می‌شود، به این معنی که سطح تماس بین سیال و دیواره‌های کانال در مقایسه با حجم سیال زیاد است. این امر به اتلاف انرژی جنبشی سیال به دلیل اصطکاک با دیواره‌های کانال کمک می‌کند و در نتیجه، از ایجاد آشفتگی جریان جلوگیری می‌کند.

ارتباط بین عدد رینولدز و جریان آرام و جریان آشفته چیست؟

$$Re = \frac{\nu D \rho}{\mu}$$

عدد رینولدز (Re) معیاری برای پیش‌بینی نوع جریان (آرام در مقابل آشفته) سیال در داخل یک سیستم است. این عدد اساساً نیروهای اینرسی (نیروهای ناشی از تکانه سیال) را با نیروهای ویسکوز (نیروهای ناشی از اصطکاک داخلی سیال) مقایسه می‌کند.

جریان آرام:

در شرایطی که عدد رینولدز (Re) پایین باشد (معمولاً زیر ۲۳۰۰)، نیروهای ویسکوز غالب هستند. سیال در لایه‌های موازی صاف و با حداقل اختلاط بین آنها جریان می‌یابد. برای مثال تصور کنید یک دسته کارت که به آرامی روی یکدیگر می‌لغزند.

جریان آشفته:

در مقابل، زمانی که عدد رینولدز (Re) بالا باشد (معمولاً بالای ۳۵۰۰)، نیروهای اینرسی اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند. جریان سیال آشفته و نامنظم می‌شود و گرداب‌ها و چرخش‌هایی ایجاد می‌شود. به رودخانه‌ای پرشتاب فکر کنید که آب در آن به طور غیرقابل پیش‌بینی می‌چرخد و مخلوط می‌شود.

عدد رینولدز به عوامل مختلفی مانند سرعت سیال، چگالی، ویسکوزیته و طول مشخصه (مانند قطر لوله) بستگی دارد. با محاسبه Re، مهندسان می‌توانند رفتار جریان را پیش‌بینی کرده و سیستم‌ها را به درستی طراحی کنند.

LAMINAR FLOW



TURBULENT FLOW



انتقال حرارت و بهبود یافته در میکروسیال‌ها

نسبت سطح به حجم بالا در کانال‌های میکروفلوئیدیک به معنای مساحت سطح بزرگتر برای انتقال حرارت و جرم است. این امر تبادل سریع و کارآمد گرما و محلول‌ها بین سیالات و دیواره‌های کانال را آسان می‌کند. این ویژگی‌ها طیف وسیعی از کاربردهای میکروفلوئیدیک را امکان‌پذیر می‌کند که از انتقال حرارت و جرم بهبود یافته استفاده می‌کنند. به عنوان مثال، راکتورهای میکروفلوئیدیک می‌توانند برای دستیابی به اختلاط سریع و کنترل‌شده واکنش‌دهنده‌ها طراحی شوند که منجر به واکنش‌های شیمیایی سریع‌تر و کارآمدتر می‌شود.

انتخاب مواد در ساخت دستگاه‌های میکروفلوئیدیک

انتخاب ماده مناسب، گام اولیه و مهم در فرآیند توسعه و ساخت دستگاه‌های میکروفلوئیدیک است. خواص مواد، در مقیاس میکرو به طور قابل توجهی چشم گیر می‌شود. میکروفلوئیدیک از پدیده‌های منحصر به فردی که ناشی از زمان‌های نگهداری کوتاه‌تر، الگوهای جریان آرام، انتقال حرارت و جرم بهبود یافته و نسبت سطح به حجم بالا است، بهره می‌برد. برخلاف همتایان ماکروسکوپی، رفتار خیس شدن و زوایای تماس محلول‌های آبی بر روی ماده انتخاب شده از اهمیت بالایی برخوردار است. سایر ملاحظات مهم در انتخاب مواد شامل دوام، سهولت ساخت، شفافیت، زیست سازگاری، سازگاری شیمیایی با معرف‌های مورد نظر، تحمل دما و فشارهای مورد نیاز برای واکنش می‌شود.

برای برآورده کردن این الزامات متنوع، طیف گسترده‌ای از مواد برای ساخت دستگاه‌های میکروفلوئیدیک به کار گرفته می‌شوند. بسترهای رایج و عمومی شامل شیشه، سیلیکون، فلزات، پلیمرها و سرامیک‌ها هستند و پیشرفت‌های مداوم، تنوع مواد موجود و کیفیت آنها را گسترش می‌دهد. انتخاب ماده بهینه به کاربرد مورد نظر بستگی دارد، زیرا هر ماده مزایا و معایب خاص خود را ارائه می‌دهد.

استفاده از فلزات در ساخت دستگاه‌های میکروفلوئیدیک

فلزات به دلیل دارا بودن ویژگی‌های جذاب متعددی، برای ساخت تراشه‌های میکروفلوئیدیک مناسب هستند. این مواد ارزان قیمت، به طور گسترده در دسترس و به راحتی قابل ماشینکاری هستند. علاوه بر این، فلزات تحمل استثنایی در برابر دمای بالا، فشار و قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی خشن (به جز اسیدهای قوی) نشان می‌دهند. استحکام ذاتی آنها همچنین فرآیندهای تمیزکاری و تراش کاری را آسان می‌کند. فلزات رایج مورد استفاده در دستگاه‌های میکروفلوئیدیک شامل آلومینیوم، مس و آهن هستند که اغلب در آلیاژی با سایر فلزات، برای افزایش مقاومت شیمیایی آنها استفاده می‌شوند. به عنوان مثال، میکرومیکسرهای چندلایه فولاد ضد زنگ ساخته شده از فلزات در سنتز نانوذرات متاکریلات با اندازه قابل تنظیم موفق بوده‌اند که کاربرد آنها را در تولید نانومواد نشان می‌دهد.

استفاده از سیلیکون در ساخت دستگاه‌های میکروفلوئیدیک

سیلیکون به دلیل در دسترس بودن، سازگاری با مواد شیمیایی مختلف و پایداری حرارتی عالی، به عنوان یکی از مواد اولیه انتخابی برای ساخت سیستم‌های میکروفلوئیدیک شناخته می‌شود. به مدت چندین دهه، سیلیکون به دلیل سهولت ساخت، انعطاف‌پذیری طراحی، خواص نیمه‌رسانایی و امکان اصلاحات سطح، ماده غالب در پلتفرم‌های میکروفلوئیدیک بوده است. با این حال، کاربردهای عملی آن، نیاز به توجه به برخی محدودیت‌ها دارد. عیب اصلی سیلیکون، مات بودن آن است که آن را برای تشخیص نوری در محدوده‌های مرئی و فرابنفش نامناسب می‌کند. دستگاه‌هایی که به تصویربرداری در لحظه دارند، باید شامل اجزای غیر سیلیکونی باشند. علاوه بر این، شکنندگی بالا، ادغام عناصر فعال مانند شیرها و پمپ‌ها در پلتفرم‌های سیلیکونی را با چالش مواجه می‌کند. علاوه بر این، قیمت نسبتاً بالای سیلیکون یک نقطه ضعف محسوب می‌شود. با وجود این محدودیت‌ها، پلتفرم‌های میکروفلوئیدیک سیلیکونی در کاربردهای بیولوژیکی مانند تشخیص پزشکی در محل مراقبت و دستگاه‌های "ارگان روی تراشه" برای غربالگری سمیت دارو همچنان ارزشمند هستند.

استفاده از شیشه در ساخت دستگاه‌های میکروفلوئیدیک

شیشه به دلیل خواص شیمیایی و فیزیکی مطلوب، ماده‌ای جذاب برای ساخت تراشه‌های میکروسیالی به شمار می‌رود. شیشه از نظر شیمیایی بی‌اثر، مقاوم در برابر حرارت و فشار و همچنین در برابر مواد شیمیایی مقاوم است. این ویژگی‌ها، شیشه میکروراکتورها را برای طیف گسترده‌ای از واکنش‌های شیمیایی مناسب می‌سازد. علاوه بر این، دقت بالایی که در مسیرها و کانال‌های موئینه‌ای شیشه‌ای، قابل دستیابی است، از سایر مواد پیشی می‌گیرد و کنترل دقیق‌تری بر سنتز امولسیون‌ها و نانوذرات را امکان‌پذیر می‌سازد. شیشه همچنین مزایای متمایزی نسبت به سیلیکون ارائه می‌دهد، از جمله شفافیت نوری برتر و هزینه کمتر. فراتر از سازگاری ذاتی آن با شیرها و پمپ‌های مواد مختلف، خود شیشه می‌تواند به عنوان یک جزء فعال در میکرو چیپ‌ها، به صورت ورق‌های نازک (۰.۰۰۴ میلی‌متر ضخامت) ادغام شود. شفافیت شیشه، آنالیز

نوری را امکان پذیر می‌کند، در حالی که پایداری حرارتی و شیمیایی آن، تمیز کردن پس از آزمایش را از طریق گرم کردن یا شستشوی شیمیایی امکان‌پذیر می‌سازد. از آنجایی که شیشه ماده قدیمی و آشنا برای تجهیزات آزمایشگاهی است، سازگاری زیستی آن را برای تجزیه و تحلیل‌های بیوشیمیایی مفید است. با وجود این مزایا، چالش‌های مربوط به میکروساخت، کاربرد گسترده‌تر دستگاه‌های میکروسیالی شیشه‌ای را محدود می‌کند. در حالی که مواد اولیه ارزان است، فرآیند ساخت تراشه می‌تواند پرهزینه، وقت‌گیر و گاه نیازمند محیط‌های اتاق تمیز باشد. منظور از اتاق‌های تمیز، شرایطی هست که در آن محیط ساخت فاقد گرد و غبار باشد تا از مسدود شدن کانال‌ها در حین ساخت جلوگیری شود. در صورتی که امکانات کافی برای داشتن اتاق تمیز وجود نداشته باشد استفاده از میکروسکوپ نوری برای چک کردن کانال‌ها توصیه شده است.

استفاده از سرامیک‌ها در ساخت دستگاه‌های میکروفلوئیدیک

سرامیک‌های ساخته شده در دمای پایین (LTCC) که عمدتاً از اکسید آلومینیوم تشکیل شده‌اند، جایگزینی مناسب برای ساخت پلتفرم‌های میکروسیالی هستند. این سرامیک‌ها به دلیل خواص ذاتی خود، به گزینه‌ای جذاب برای کاربردهای میکروسیالی تبدیل می‌شوند. از جمله این خواص می‌توان به شیمی سطحی منحصر به فرد و مناسب برای واکنش‌های خاص، مقاومت عالی در برابر محیط‌های شیمیایی خشن و پایداری بالا در دماهای زیاد اشاره کرد. با این حال، LTCC با محدودیت‌هایی نیز دارند، به خصوص در دستیابی به کنترل دقیق ابعاد در حین ساخت، تخلخل ذاتی و شکنندگی ذاتی، که می‌تواند استفاده از آنها را در سیستم‌های میکروسیالی پیچیده دشوار کند.

استفاده از پلیمرها در ساخت دستگاه‌های میکروفلوئیدیک

به دلیل تنوع ذاتی، پلیمرها به سرعت در ساخت دستگاه‌های میکروسیالی جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده‌اند و نسبت به مواد سنتی مانند چپ‌های سیلیکونی و شیشه‌ای برتری دارند. این برتری به دلیل مزایای قابل توجهی است که پلیمرها ارائه می‌دهند. در مقایسه با مواد معدنی، پلیمرها از قیمت‌های به‌طور قابل توجهی پایین‌تری برخوردار هستند و از تکنیک‌های ساخت ساده‌تر و مقرون به صرفه‌تر بهره می‌برند. این مزیت اقتصادی، کاربردهای پلتفرم‌های میکروسیالی مبتنی بر پلیمر را گسترش می‌دهد و شامل طیف وسیعی از کاربردها از جمله سنتز نانوذرات تا کارهای پیچیده در سیالات می‌شود. به‌طور قابل توجهی، میکروراکتورهای پلیمری تطبیق پذیری قابل توجهی در **terms of operating temperature** نشان می‌دهند. آنها به‌طور موثر در دمای اتاق کار می‌کنند و می‌توانند در برابر دماهای بالا تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد مقاومت کنند که آنها را برای فرآیندهای تولید در مقیاس بزرگ مناسب می‌کند. علاوه بر این، شفافیت یا شفافیت ذاتی بسیاری از پلیمرها امکان نظارت بصری بر واکنش‌ها را به صورت **real-time** از طریق دستگاه فراهم می‌کند. پلیمر دی‌متیل سیلوکسان (PDMS)، پلی‌متیل متاکریلات (PMMA)، فلوروپلیمرها، پلیمرها و کوپلیمرهای سیکل اولفین (COPS/COCS) و پلیمرهای تیول-ان (TES) رایج‌ترین پلیمرهایی هستند که برای ساخت دستگاه‌های میکروسیالی استفاده می‌شوند.

پلی دی‌متیل سیلوکسان (PDMS)

یکی از برجسته‌ترین مواد در ساخت میکروچیپ‌ها می‌باشد. این ماده به دلیل مجموعه‌ای از ویژگی‌های منحصر به فرد، جایگاه ویژه‌ای یافته است. این ماده نه تنها به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است و قالب‌گیری آسانی دارد، بلکه شفافیت نوری، نفوذپذیری گاز و سازگاری زیستی فوق‌العاده‌ای را نیز ارائه می‌دهد. علاوه بر این، PDMS دارای ویژگی‌هایی مانند فلورسانس خودبخودی کم، آب‌گریزی طبیعی و کشسانی بالا است که آن را در تحقیقات مرتبط با زیست‌شناسی، مانند کشت سلولی بلندمدت، غربالگری سلولی و آنالیزهای بیوشیمیایی، بسیار ارزشمند می‌سازد. قابلیت ساخت دستگاه‌های میکروسیالی که قادر به تشخیص باکتری‌ها، پروتئین‌ها و DNA میکروارگانیسم‌ها هستند، کاربرد PDMS را در تشخیص بیماری برجسته می‌کند.

با این حال، همین نقاط قوت می‌توانند در سنتز مواد آلی، به محدودیت تبدیل شوند. ماهیت متخلخل PDMS به آن اجازه می‌دهد تا مولکول‌ها را جذب کند و آن را با حلال‌های آلی مانند هگزان، تولوئن و کلروفرم ناسازگار می‌کند، زیرا این حلال‌ها می‌توانند توسط دیواره‌های

کانال جذب شده و باعث متورم شدن پلتفرم شوند. علاوه بر این، تبخیر آب از طریق کانال‌ها می‌تواند منجر به تغییرات ناخواسته در غلظت محلول شود. این معایب، باعث میشود که دانشمندان به فکر جست و جوی مواد پلیمری جایگزین برای کاربردهای متنوع میکروسیال‌ها باشند، به طوری که انتخاب مواد، با توجه به خواص خاص مورد نیاز برای کاربرد نهایی باشد.

پلی متیل متاکریلات (PMMA)

به عنوان جایگزینی قوی برای PDMS در ساخت میکروچیپ‌ها، به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد خود توجه زیادی را به خود جلب کرده است. PMMA، مشابه PDMS، یک ترموپلاستیک آمورف با خواص مکانیکی مطلوب و دارای قابلیت اصلاح سطح است. با این حال، PMMA مزایای متمایزی را نیز ارائه می‌دهد. قابل توجه ترین آن، سازگاری حلال‌ها با PMMA در مقایسه با PDMS است که به طور قابل توجهی بهتر است و مشکل جذب مولکول‌های کوچک در داخل پلیمر را از بین می‌برد. این ویژگی PMMA را به طور خاص برای کاربردهای تحقیقاتی، به ویژه در توسعه دستگاه‌های اندام روی تراشه و سیستم‌های میکروفیزولوژیکی، که ممکن است از طیف وسیع‌تری از حلال‌ها استفاده کنند، مناسب می‌سازد. علاوه بر این، PMMA مزایای شفافیت نوری و امکان نمونه‌سازی در مقیاس کوچک را دارد و آن را به ابزاری کارآمد برای محققان در زمینه میکروسیالات تبدیل کرده است.

پلیمرهای پرفلوئوره

پلیمرهای پرفلوئوره، مانند پرفلوئوروآلکوکسی آلکان (تفلون PFA)، اتیلن پروپیلن فلئورینه (تفلون FEP) و پلی تترا فلئورواتیلن (PTFE) به دلیل خواص منحصر به فرد خود، در ساخت دستگاه‌های میکروسیال کاربردهای جدیدی ارائه می‌کنند. این مواد از ویژگی‌هایی مثل تحمل حرارتی بالا، بی‌اثر بودن شیمیایی، سازگاری با حلال‌های آلی و خواص ضد رسوب (عدم چسبیدن مواد) برخوردار هستند که آنها را برای کاربردهای چالش‌برانگیز بسیار مناسب می‌کند. به عنوان مثال، تفلون شفافیت نوری، نفوذپذیری متوسط گاز و انعطاف‌پذیری کافی برای ساخت شیرهای دیافراگمی را نشان می‌دهد. پلیمرهای پرفلوئوره برای کشت سلولی، آنالیزهای با دقت بالا، ابزارهای استریل و ساخت شیرها و پمپ‌ها گزینه‌های جذابی هستند. به طور قابل توجهی، PTFE به دلیل تحمل استثنایی طیف وسیعی از مواد شیمیایی و دما تا ۲۴۰ درجه سانتیگراد، برجسته و خاص است. علاوه بر این، ماهیت آبگریزی ذاتی آن، این ماده را در برابر مواد رسوب دهنده و انسداد کانال هنگام استفاده با محلول‌های آبی به طور طبیعی مقاوم می‌کند. با این وجود، کمبود دستگاه‌های میکروسیالی با جنس پرفلوئوروپلیمر، چالش‌های مرتبط با ریزساختار و دستیابی به کشسانی کافی با این مواد را نشان می‌دهد. در واقع ساخت میکروچیپ‌ها با این مواد پلیمری مشکل است.

کوپلیمرهای حلقوی آلفینی (COPS) و پلیمرهای حلقوی آلفینی (COCS)

این پلیمرها، به دلیل خواص منحصر به فرد خود، در تحقیقات میکروسیالات به عنوان مواد جدید قابل استفاده، مطرح شده‌اند. این ترموپلاستیک‌ها از شفافیت نوری قابل توجهی در طیف مرئی و نزدیک به UV برخوردار هستند و آنها را برای کاربردهایی که نیاز به وضوح چشمی در فرآیندهای میکروسیال دارند، ایده‌آل می‌کنند. علاوه بر این، COPS/COCS مقاومت شیمیایی بالایی را نشان می‌دهند و در برابر طیف وسیعی از مواد شیمیایی مانند اسیدها (مانند اسید هیدروکلریک، اسید سولفوریک و اسید نیتریک)، بازها (مانند سدیم هیدروکسید و آمونیاک) و حلال‌های قطبی (مانند اتانول و استون) مقاوم هستند. جذب آب کم آنها (> ۰.۰۰٪) تورم و تغییر شکل احتمالی کانال را به حداقل می‌رساند، همچنین خواص عایق الکتریکی خوب آنها، عملکرد ایمن و قابل اعتماد دستگاه را تضمین می‌کند. علاوه بر این، COPS/COCS پایداری بلندمدت قابل توجهی در برابر اصلاحات سطح را نشان می‌دهند که برای حفظ عملکرد ثابت در دوره‌های کار طولانی مدت، ضروری است. به طور قابل توجهی، این مواد دارای مقدار بسیار پایینی از ناخالصی هستند که خطر آلودگی در داخل کانال‌های میکروسیال را به حداقل می‌رساند. این خواص استثنایی، به طور کلی COPS/COCS را برای دستگاه‌های با کاربرد سنتز در میکروسیال‌ها، به ویژه آنهایی که از حلال‌های مانند اسیدها، بازها و حلال‌های آلی قطبی استفاده می‌کنند، بسیار جذاب می‌کند.

تیول-ان‌ها (TEs)