



کاتالیزگرهای بین فاز

جعفر ملکی

کارشناس ارشد شیمی آلی و معلم شیمی ناحیه ۲ زنجان

چکیده

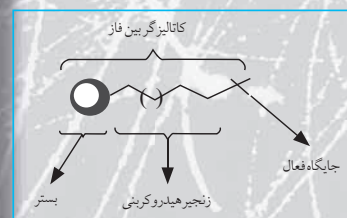
از آنجا که کاتالیزگرها در انجام واکنش‌های شیمیایی حضوری موفق و سودمند داشته‌اند پژوهش‌هایی برای استفاده هرچه بهینه‌تر از این مواد انجام می‌گیرد. تلاش برای رفع کاستی‌هایی همچون انحلال‌ناپذیر بودن یا عدم تحرک لازم کاتالیزگر هنگام انجام واکنش، کم بودن طول عمر و پایداری آن، معرفی کاتالیزگرهای جدید و مناسبی را زمینه‌سازی کرده‌اند. چنانکه در آغاز هزاره سوم میلادی، شیمی‌دانان با الهام از روش کروماتوگرافی لایه نازک به راهکاری تازه در این عرصه دست یافتند که منجر به تولد گروه جدیدی از کاتالیزگرها با عنوان کاتالیزگرهای بین فاز شد.

کلیدواژه‌ها: کاتالیزگرهای بین فاز، مرکز فعال، گزینش‌گری

مقدمه

کاتالیزگرها در انواع گوناگون - خواه همگن و خواه ناهمگن - کاربردهایی گسترده در واکنش‌ها دارند. با این همه همواره در محافل علمی از کاستی‌های آن‌ها سخن به میان می‌آید. مشکل تثبیت مستقیم کاتالیزگر بر سطح جامد، کم بودن بر خورد‌های مؤثر آن با واکنشگرها و در نتیجه پایین بودن سرعت واکنش، کوتاه بودن عمر کاتالیزگر و مشکل فروشویی مراکز فعال آن و پایداری ناکافی، جهت بازیافت این مواد از جمله کاستی‌های استفاده از کاتالیزگرها به‌شمار می‌رود.

امروزه شیمی‌دانان با الهام از روش کروماتوگرافی لایه نازک و مفاهیم رایج در آن، کاتالیزگرهای تازه‌ای را معرفی کرده‌اند و در اشاره به وابستگی این نوآوری به روش یاد شده، آن‌ها را کاتالیزگر بین فاز نامیده‌اند. اساس مفهوم بین فاز بر مواد هیبریدی آلی - معدنی تکیه دارد. در واقع، بین فاز ناحیه‌ای است که در آن اجزای ثابت و متحرک، در سطح مولکولی در یکدیگر نفوذ می‌کنند. در این ناحیه، مرکز فعال کاتالیزگر بسیار متحرک است به گونه‌ای که ویژگی‌هایی مشابه یک محلول را دارد. البته مفهوم بین فاز با مفهوم سطح بین دو فاز متفاوت است به این ترتیب که سطح بین دو فاز، به سطح تماس میان دو فاز که در یکدیگر نفوذ نمی‌کنند اشاره می‌کند. در واقع، سطح تماس دو فاز، لایه‌ای در ابعاد نانومتری است که در میان دو فاز به صورت دوبعدی گسترش یافته است در حالی که، بین فاز به نفوذ فاز متحرک در فاز ثابت، در حد مولکولی اشاره دارد که به صورت سه‌بعدی گسترش می‌یابد.



شکل ۱

کاتالیزگرهای بین فاز

• بستر

بستر، بخشی از فاز ثابت است که بیشتر از جنس سیلیکا، آلومینوسیلیکات یا جامدهایی همچون تیتانیم اکسید انتخاب می‌شود. آنچه خاصیت و کارایی کاتالیزگر را تعیین می‌کند جنس بستر، تخلخل و ابعاد آن، نوع و تعداد گروه‌های عاملی متصل به بستر است. بسترهای متخلخل، موادی شامل حفره‌های

این کاتالیزگرها از دو فاز ثابت و متحرک تشکیل شده‌اند. فاز ثابت شامل بستر، فاصله دهنده انعطاف‌پذیر و مرکز فعال است. یک حلال - در حالت گازی یا مایع - یا یک واکنشگر نیز نقش فاز متحرک را از خود نشان می‌دهد. در ادامه، هر یک از این اجزا مورد بررسی قرار می‌گیرد.

کاتالیزگرهای بین فاز،

دارای مراکز فعالی با توزیع یکنواخت و تحرک و انعطاف زیاد هستند به گونه‌ای که، می‌توانند به خوبی کاتالیزگرهای همگن عمل کنند

شیمی دانان با توجه به روش

کروماتوگرافی لایه نازک

و مفاهیم رایج در آن،

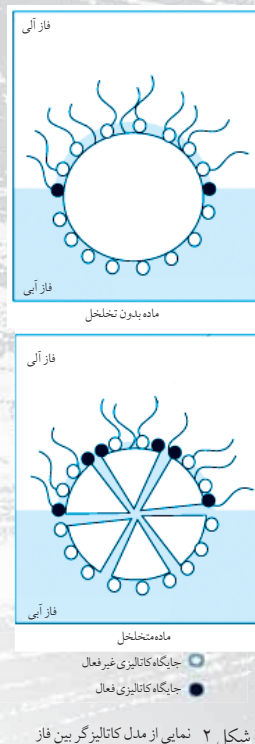
کاتالیزگرهای تازه‌ای را معرفی

کرده‌اند و در اشاره به وابستگی

این نوآوری به روش یاد شده،

آن‌ها را کاتالیزگر بین فاز

نامیده‌اند



شبه‌حل شوندگی مرکز کاتالیزگری متصل به آن دارد و هرچه طول آن بیشتر باشد، انعطاف آن نیز بیشتر می‌شود اما اگر بیش از حد طولانی شود، به علت اثرهای ممانعت فضایی، ایجاد مزاحمت خواهد کرد.

● مرکز فعال کاتالیزگری

این بخش، همان مرکز واکنش است که با سر دیگر فاصله‌دهنده پیوند دارد و می‌تواند از جنس آلی، کمپلکس فلزی، آنزیم یا انواع دیگر باشد. این قسمت، از طریق لیگاندهای مناسب یا به صورت مستقیم، به کمک فاصله‌دهنده به فاز ساکن متصل می‌شود.

● فاز متحرک

حلال‌ها یا واکنشگرهای حل‌شونده‌ای قابلیت نفوذ به فاز ثابت را دارند فاز متحرک خوانده می‌شوند. در آمیختگی مناسب فاز متحرک و بستر، برای دسترسی مناسب به مراکز فعال توسط مواد واکنش‌دهنده ضروریست. بنابراین کاتالیزگرهای بین فاز، دارای مراکز فعالی با توزیع یکنواخت و تحرک و انعطاف زیاد هستند به گونه‌ای که، می‌توانند به خوبی کاتالیزگرهای همگن عمل کنند و امتیازهای کاتالیزگرهای ناهمگن، از جمله جداسازی آسان را نیز دارا هستند. این ویژگی به دلیل وجود فاصله‌دهنده است که با دور کردن مرکز واکنش از بستر، ممانعت فضایی بستر را حذف می‌کند. همچنین مرکز فعال کاتالیزگری که توسط مولکول‌های حلال دربرگرفته می‌شود حالتی شبیه کاتالیزگرهای همگن به آن می‌دهد. بدین ترتیب مشکل اصلی کاتالیزگر تثبیت‌شده سستی، که شامل فروشویی، گزینش‌گری کم و محدودیت در دسترسی به مراکز فعال کاتالیزگری است، با این روش به خوبی برطرف می‌شود. چنان‌که اشاره شد این کاتالیزگرها، هم مزایای سامانه‌های همگن یعنی فعالیت زیاد، گزینش‌گری بالا، تکرارپذیری بالا را دارند و هم از امتیازهای سامانه‌های ناهمگن یعنی جداسازی آسان فراورده و بازیافت کاتالیزگر از محیط واکنش برخوردارند.

سرتاسری تکرارشونده در فضای سه‌بعدی هستند. برای آن‌که ماده‌ای متخلخل نامیده شود، نیازی به وجود نظم و ترتیب در نحوه قرارگرفتن حفره‌ها، در کنار هم نیست. دامنه تغییرات اندازه حفره‌های مواد متخلخل نانو حفره، از یک نانومتر تا ۱۰۰۰ نانومتر (۱ میکرومتر) متغیر است. مواد متخلخل از دو قسمت دیواره و حفره تشکیل شده‌اند. هرچه تعداد حفره‌ها در واحد سطح بیشتر باشد سطح قابل دسترسی آن‌ها نیز بیشتر می‌شود. ریخت‌شناسی، نوع ساختار و قطر این نانو ساختارها نقش بسیار مهمی در کاربرد این ترکیب‌ها دارد.

مواد نانو حفره براساس قواعد آیوپاک به ۳ دسته تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از:

– مواد میکرو حفره با ابعاد ۰ تا ۲ نانومتر

– مواد مزو حفره که ابعاد آن‌ها به ۲ تا ۵۰ نانومتر می‌رسد.

– مواد ماکرو حفره با ابعاد بیش از ۵۰ نانومتر.

بسترها باید به‌طور هم‌زمان سه خاصیت داشته باشند:

(آ) توانایی بالا در عامل‌دار شدن

(ب) قابلیت نفوذ حلال که در دسترس بودن مراکز فعال کاتالیزوری را موجب می‌شود.

(پ) جدا شدن راحت و کامل از فراورده‌ها، با صاف کردن ساده یا سانتریفیوژ.

● فاصله‌دهنده

عامل اتصال‌دهنده بین بستر و مرکز فعال، فاصله‌دهنده نامیده می‌شود که معمولاً هیدروکربنی زنجیری با طولی متغیر است و با پیوند کووالانس به سطح، متصل می‌شود و از جدا شدن مرکز فعال کاتالیزگری از سطح، جلوگیری می‌کند. این بخش، با قابلیت انعطاف بالای خود می‌تواند جنبش لازم را به مرکز کاتالیزگری متصل به بستر ببخشد و به این ترتیب مرکز فعال به راحتی در دسترس واکنشگر قرار می‌گیرد. در نتیجه، کاتالیزگر به صورت شبه‌همگن عمل می‌کند. پرواضح است که طول فاصله‌دهنده نقش مهمی در خاصیت

1. Collman, J. P.; Hegedus, L. S.; Cooke, M. P.; Norton, J. R.; Dolecki, G.; Marquardt, D. N. *J. Am. Chem. Soc.* **1972**, *94*, 1789.
2. Dumont, W.; Poulin, J. C.; Daud, T. P.; Kagan, H. B. *J. Am. Chem. Soc.* **1973**, *95*, 8295.
3. Lindner, E.; Schneller, T.; Auer, F.; Mayer, H. A. *Angew. Chem. Int. Ed.* **1999**, *38*, 2154.
4. Polarza, S.; Smarsly, B.; *J. Nanosci. Nanotech.* **2002**, *2*, 581.