نانو صنعت

مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو • گزارش شماره ۲۴۸ حوزه تجهیزات

مروری بر کاربردها و فناوری‌های به‌روز دستگاه DSC

INDnano.ir
ستاد ویژه توسعه فناوری نانو • www.nano.ir

شناسنامه

ستاد ویژه توسعه فناوری‌نانو

گروه رصد و تولید محتوای بخش ترویج صنعتی

طراحی و اجرا:	توسعه فناوری مهرویژن	تلفن:	۰۲۱-۶۳۱۰۰
نظارت:	داود قرایلو	نمابر:	۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰
پست الکترونیک:	IND@nano.ir	صندوق پستی:	۳۴۴-۱۴۵۶۵
تهیه‌کننده:	امید الهی؛ شرکت توسعه مهندسی الماسواره دانش	پایگاه اینترنتی:	www.nano.ir www.INDnano.ir
سال انتشار:	۱۴۰۱	اینستاگرام نانو و صنعت:	@INDnano.ir

فهرست مطالب

- مقدمه ۳
- انواع دستگاه‌های DSC ۵
- دستگاه DSC در کنار دیگر روش‌ها ۶
- حالت‌های اندازه‌گیری ۷
- روش‌های سرد کردن در دستگاه DSC ۷
- کاربردهای مختلف DSC ۷
- کاربردهای آنالیز DSC در زیست‌شناسی، داروسازی و فناوری نانو ۸
- اندازه‌گیری استحاله شیشه‌ای شدن در میکرومولکول‌های دارای فاز نانو ۱۰
- ارزیابی خودآرایی ابرمولکول‌های نانوساختار ۱۰
- شرکت‌های سازنده دستگاه ۱۰
- خلاصه ۱۱
- پی‌نوشت ها ۱۲
- مراجع ۱۲

مقدمه

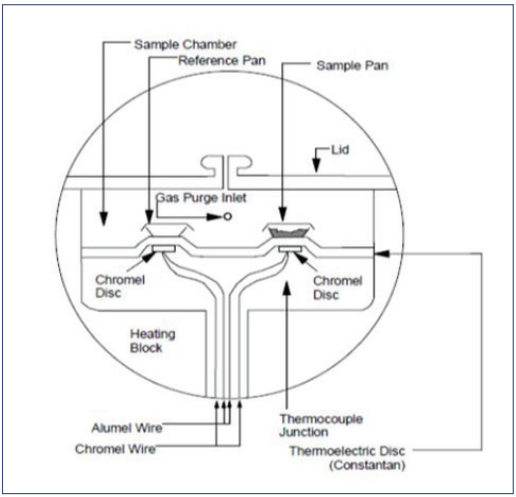
DSC[1] یا دستگاه گرماسنج روبشی تفاضلی، وسیله‌ای برای آنالیز حرارتی مواد است که تغییرات دما و زمان را در حین تغییر حالت فیزیکی اندازه می‌گیرد. به بیان دیگر این دستگاه یک دستگاه آنالیز حرارتی است که جریان دما و گرما را در زمان تغییر حالت ماده به عنوان تابعی از دما و گرما اندازه‌گیری می‌کند. این دستگاه در واقع در حال اندازه‌گیری جریان گرمایی به داخل یا خارج از یک نمونه است. به طور کلی نیز سیگنال‌های خروجی دستگاه گرما و دما هستند. دستگاه DSC اجازه اندازه‌گیری تغییرات فیزیکی و شیمیایی داخل ماده را در اثر پاسخ به دما به کاربر می‌دهد.

در این دستگاه دو محفظه نمونه (بوته[2]) قرار دارند. یکی از آن‌ها به عنوان مرجع است که معمولاً خالی است و محفظه دیگر حاوی نمونه است. در این حالت حرارت به صورت مساوی به هر دو بوته اعمال می‌شود. دستگاه تفاوت در جریان گرمایی ورودی و خروجی به این دو بوته مختلف را اندازه‌گیری کرده و از همدیگر کم می‌کند. قلب این دستگاه حسگر آن است که جریان گرما (منظور انرژی گرمایی است) را اندازه می‌گیرد.

معمولا بسیاری از دستگاه‌ها دارای یک سیستم خنک‌کننده نیز هستند که می‌تواند با استفاده از مواد سردکننده و یا هوا فعالیت کند.

شکل ۱- نمونه‌ای از بوته‌های معمولی که برای آنالیز DSC استفاده می‌شود.[۱]

برای اندازه‌گیری‌های کمی لازم است که بوته حاوی نمونه از رسانایی خوبی برخوردار باشد. در نتیجه شکل هندسی بوته و ماده مورد استفاده از اهمیت بالایی برخوردار هستند. در صورتی که نمونه شانس ایجاد واکنش با ماده سازنده بوته را داشته باشد، معمولاً از بوته‌هایی با جنس‌های دیگر که واکنش‌پذیری کمتری دارند (مانند طلا) استفاده می‌شود. یکی از کاربردهای معمول، آنالیز نمونه در یک اتمسفر بسته است که در این حالت از بوته‌های فشار بالا [۳] استفاده می‌شود. در واقع انواع مختلفی از بوته‌ها وجود دارند که برای کاربردهای مختلف ممکن است از هرکدام آن‌ها استفاده شود.



شکل ۲- شماتیک سلول DSC [۲]

در تصویر شماتیک سلول دستگاه DSC نشان داده شده است. این دستگاه دارای دو حسگر مختلف برای اندازه‌گیری شار گرمایی است که زیر بوته‌های نمونه و مرجع قرار می‌گیرند. در محفظهٔ نمونه بسته شده و با بالا رفتن دما، جریان گرمایی اندازه‌گیری می‌شود.

به طور کلی بوته‌هایی که در دستگاه DSC استفاده می‌شوند بوته‌های کوچکی هستند و مقدار خیلی کمی از نمونه را داخل خود جا می‌دهند. پس از قرارگیری نمونه داخل بوته، در بوته روی آن پرس می‌شود که منجر به بسته شدن کامل بوته و مهروموم شدن آن شده و نمونه آماده انجام تست است. همچنین بوته‌هایی که به عنوان مرجع یا برای نمونه استفاده می‌شوند، از نظر وزنی نباید تفاوت زیادی با یکدیگر داشته باشند.[۳]

انواع دستگاه‌های DSC

دستگاه DSC دارای انواع مختلفی است و می‌تواند در کنار دستگاه‌های متفاوتی قرار بگیرد. در این حالت معمولاً ویژگی‌های جدیدی در اختیار پژوهشگران قرار می‌گیرد. در ادامه به این موارد و قابلیت‌های اضافه‌ای که به این دستگاه داده شده است اشاره خواهد شد.[۴]

• DSC-Microscopy

این دستگاه اطلاعات ساختاری نیز درباره نمونه در اختیار قرار می‌دهد و نمونه در حالتی که دچار تغییر حالت می‌شود، قابل مشاهده است. در این حالت‌ها می‌توان بین برخی از تغییرات ماده که ممکن است در حالت عادی و در نمودار با یکدیگر همپوشانی داشته باشند، تمییز قائل شد.

• DSC-Photocalorimetry

این دستگاه اجازه اندازه‌گیری تغییرات آنتالپی ماده را در زمان قرارگیری در معرض نور و همچنین بعد از آن در اختیار قرار می‌دهد. با این دستگاه می‌توان تأثیر نور را روی مواد حساس به نور بررسی کرد. از کاربردهای معمول این دستگاه نیز می‌توان به بررسی فرآیندهای فعال شونده با استفاده از نور، تأثیر پایدارکننده‌های UV و تأثیر شدت نور روی پایداری پلیمرها اشاره کرد.

• High-Pressure DSC

برای مطالعه تأثیر فشار روی تغییرات شیمیایی و فیزیکی استفاده می‌شود. اندازه‌گیری در فشارهای بالاتر معمولاً زمان اندازه‌گیری را کاهش می‌دهد. دلیل آن نیز این است که عمده واکنش‌ها در فشار بالاتر با سرعت بیشتری اتفاق می‌افتند. (به عنوان مثال می‌توان به فرایند اکسید شدن اشاره کرد) با این دستگاه می‌توان اکسیداسیون را افزایش داد یا از بین برد. این کار با قرار دادن نمونه در معرض یک محیط خاص صورت می‌گیرد. همچنین با استفاده از این دستگاه می‌توان نمونه‌های حاوی گازهای سمی یا اشتعال‌پذیر را نیز مورد مطالعه قرار داد.[۴]

شکل ۳- دستگاه DSC فشار بالا شرکت TA Instruments [۵]

• DSC-Chemiluminescence

این دستگاه اجازه شناسایی نور تولید شده در اثر یک واکنش شیمیایی را به پژوهشگر می‌دهد. (به عنوان مثال، نور کمولومینسانس ایجاد شده از واکنش تخریب اکسیداتیو در پلیمرها) این ویژگی به کاربر امکان مطالعه تأثیر پایدارکننده‌ها[۴] روی پلیمرها را می‌دهد. در صنایع غذایی و شیمیایی، کمولومینسانس برای به دست آوردن اطلاعاتی درباره پایداری محصولات فراوانی مانند روغن‌ها و چربی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

• Fast-Scan DSC [۶]

زمانی که در DSC دما به آرامی تغییر کند، ممکن است در طی فرایند ماده تا حدودی دچار تغییراتی شود؛ اما زمانی که فرایند آنالیز با سرعت بالایی اتفاق بیفتد، احتمال وقوع این اتفاق کم‌تر خواهد بود. به همین دلیل نیز دستگاه‌هایی با قابلیت روبش سریع[۵] وجود دارند که سرعت تغییرات دمایی در آن‌ها خیلی سریع‌تر از دستگاه‌های عادی است. همچنین دیگر مزیت بارز این دستگاه‌ها نسبت به سایر دستگاه‌ها، سرعت بالای انجام آنالیز آن‌هاست. به همین دلیل نیز در مواقع فراوانی این دستگاه‌ها گزینه‌ای مناسب برای انجام تست هستند.

دستگاه DSC در کنار دیگر روش‌ها

دستگاه DSC معمولاً زیاد در کنار روش‌های مشخصه‌یابی دیگر قرار نمی‌گیرد؛ اما در برخی موارد نیز دستگاه‌هایی با قابلیت‌های اسپکتروفوتومتری در کنار DSC ساخته شده‌اند. از این دستگاه‌ها می‌توان به DSC همراه با FTIR[۶]، طیف‌سنجی جرمی و رامان اشاره کرد که البته معمول‌ترین و کاربردی‌ترین کاربرد DSC با طیف‌سنجی رامان است.

حالت‌های اندازه‌گیری

اندازه‌گیری می‌تواند به صورت پویا[۷] صورت بگیرد. در این حالت می‌توان در سه حالت شیب دمایی[۸]، هم‌دما[۹] و مدولاسیون دمایی[۱۰] اندازه‌گیری را انجام داد. در حالت شیب دمایی، دما کاهش یا افزایش پیدا می‌کند و رفتار نمونه در دماهای مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. این قابلیت برای بررسی فرایندهای وابسته به دما مانند گذار شیشه‌ای شدن[۱۱]، ذوب شدن، متبلور شدن، واکنش‌های شیمیایی و استحاله‌های[۱۲] فازی استفاده می‌شود. روش هم‌دما عمدتاً برای تعیین اکسیداسیون یا مطالعه واکنش‌های شیمیایی استفاده می‌شود. مدولاسیون دمایی برای ارزیابی واکنش‌های برگشت‌پذیر مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این واکنش‌ها می‌توان به تبخیر و شیشه‌ای شدن اشاره کرد.

گاهی اوقات یک اتمسفر مشخص (مانند گاز نیتروژن و یا اکسیژن) به نمونه اعمال می‌شود. در این حالت عمدتاً از این گازها برای جلوگیری و یا سرعت دادن به تجزیه شدن ماده استفاده می‌شود.

روش‌های سرد کردن در دستگاه DSC

با وجود اینکه بیشتر تمرکز در دستگاه DSC روی گرم کردن نمونه است، اما در موارد زیادی لازم است که تغییرات گرمایی نمونه در کاهش دما نیز مورد بررسی قرار گیرد. به طور کلی دو روش برای کاهش دما در دستگاه DSC وجود دارد. یکی سرد کردن کنترل شده و دیگری سرد کردن سریع[۱۳] است. [۷]

در سرد کردن کنترل شده، همان‌طور که از نام آن پیداست، سرد کردن نمونه به صورت کنترل شده و با نرخ مشخصی است. در این روش نرخ ثابت کاهش دما معمولاً (بسته به دستگاه) بین ۰٫۵ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه تا ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه قابل تنظیم است.

از طرفی دیگر، در سرد کردن سریع معمولاً تلاش بر این است که دمای نمونه با بیشترین سرعت ممکن کاهش پیدا کند. این کار از دو طریق قابل انجام است. یکی آنکه کوره دستگاه به طور کامل خاموش شود و دیگری اینکه نمونه خارج شده و داخل نیتروژن مایع قرار گیرد. همچنین بعضی از دستگاه‌ها دارای سیستم سردکننده هستند که با استفاده از گاز می‌تواند دمای نمونه را تا دمای -۸۰ درجه سانتی‌گراد نیز کاهش دهد. [۷]

کاربردهای مختلف DSC

این آنالیز، آنالیزی بسیار پرکاربرد است که بسیاری از ویژگی‌های حرارتی مواد را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. یکی از مهم‌ترین کاربردهای این آنالیز، شناسایی پلیمرهای مختلف است. این شناسایی می‌تواند با توجه به ویژگی‌های گرمایی مختلف مواد انجام شود. از ویژگی‌هایی مانند دمای ذوب و دمای شیشه‌ای شدن، می‌توان برای شناسایی این مواد استفاده کرد.

از دیگر کاربردهای این آنالیز، می‌توان به اندازه‌گیری پایداری پلیمرها و همچنین تأثیر افزودن پایدارکننده‌ها به آن‌ها اشاره کرد. در بیشتر موارد اکسیژن به مخزن وارد شده و زمانی که اکسیداسیون اتفاق می‌افتد، به دلیل تغییر در جریان گرمایی، می‌توان آن را ارزیابی کرد.

یکی دیگر از کاربردهای این آنالیز، ارزیابی فرایند پخت[۱۴] مواد است. این ارزیابی با بررسی آنتالپی اتفاق می‌افتد. این فرایند پخت می‌تواند با ماده مرجع که تحت پخت قرار نگرفته مقایسه شود و نتایج آن بررسی شود.

همچنین یکی دیگر از مهم‌ترین کاربردهای این آنالیز ارزیابی میزان پیشرفت واکنش و همچنین سرعت پیشرفت واکنش‌ها است. از آنجایی که عمده واکنش‌ها (چه گرمازا و چه گرماده) با تغییرات انرژی همراه هستند، آنالیز گرمایی ابزار مناسبی برای بررسی میزان پیشرفت این واکنش‌ها است.[۳]

کاربرد دیگر آن‌ها برای ارزیابی انرژی لازم برای شروع واکنش‌ها است. در این حالت می‌توان اقدامات ایمنی لازم که در هنگام انبارداری مواد مختلف نیاز است صورت بگیرند را ارزیابی کرد. به‌ویژه این موضوع برای مواد منفجره از اهمیت بیشتری برخوردار است. همچنین می‌توان انرژی لازم برای شروع انفجار آن‌ها را نیز ارزیابی کرد.

اگر بخواهیم به شکلی خلاصه به خواص قابل اندازه‌گیری با دستگاه DSC اشاره کنیم، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ذوب؛
- شیشه‌ای شدن؛
- بلوری شدن؛
- پخت؛
- ظرفیت حرارتی؛
- ارزیابی خلوص.

به‌طور کلی می‌توان گفت که DSC روشی قدرتمند برای آنالیز خواص حرارتی طیف وسیعی از مواد از قبیل ترموپلاستیک‌ها[۱۵]، ترموست‌ها[۱۶]، الاستومرها[۱۷]، چسب‌ها[۱۸]، مواد شیمیایی، رنگ‌ها، مواد غذایی، مواد دارویی [۸]، چربی‌ها و روغن‌ها، فلزات و سرامیک‌ها است.

دستگاه DSC تنها می‌تواند برای مواد غیرخورنده استفاده شود و امکان استفاده از آن برای مواد خورنده وجود ندارد، چرا که این مواد می‌توانند سلول اندازه‌گیری و همچنین حسگر آن را تخریب کنند که آسیب زیادی به دستگاه وارد خواهد کرد.

از مهم‌ترین دسته کاربردهای DSC می‌توان به زیست‌شناسی و همچنین فناوری نانو اشاره کرد. همچنین در داروسازی نیز این آنالیز کاربردهای فراوانی دارد که از این کاربردها می‌توان به شناسایی زیست مولکول‌های مختلف از قبیل پروتئین‌ها، RNA، DNA و لیپیدها اشاره کرد. همچنین برای شناسایی مولکول‌های دارویی و در واحد کنترل کیفی محصولات دارویی نیز از این آنالیز استفاده می‌شود. (با این آنالیز می‌توان وضعیت ساختاری و پایدار بودن حرارتی ترکیب مورد استفاده در دارو را ارزیابی کرد.

کاربردهای آنالیز DSC در زیست‌شناسی، داروسازی و فناوری نانو

در ادامه به برخی از کاربردهای DSC در زیست‌شناسی و داروسازی و همچنین فناوری نانو به شکلی مختصر پرداخته شده است. به طور کلی می‌توان گفت DSC یکی از آنالیزهای بسیار مهم و کاربردی در صنعت داروسازی است.

آنالیز پروتئین‌ها

پروتئین‌ها ساختارهای آمینواسیدی هستند که می‌توانند به شکل‌های مختلف وجود داشته باشند. بر اساس

شرایط ترمودینامیکی، ساختار آن‌ها می‌تواند تغییر کرده و اصطلاحاً دناتوره [19] می‌شوند. بر اساس این شرایط ترمودینامیکی، ساختار آن‌ها حالتی برگشت‌پذیر دارد و به همین دلیل نیز بررسی‌های ترمودینامیکی این‌گونه فرایندها از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. با استفاده از DSC می‌توان شرایط ترمودینامیکی ایده‌آل برای پایدار بودن پروتئین‌ها را به دست آورد. همچنین می‌توان وضعیت پروتئین، شرایط نگهداری و درصد پروتئین‌های با ساختار اصلی (و سالم) را به دست آورد که در علم داروسازی اهمیت بسیار بالایی دارد. چرا که بعضی داروها پروتئینی بوده (مانند اکثر داروهای یخچالی) و شرایط نگهداری آن‌ها مهم بوده و تاثیرزیادی روی اثرگذاری این‌گونه داروها دارد.[۴]

■ آنالیز نوکلئیک اسیدها ۲۰

نوکلئیک اسیدها اجزای تشکیل دهنده DNA هستند. فرایند تا شدن [21] نوکلئیک اسیدها و DNA در شناخت این ساختار اهمیت زیادی دارد. این فرایند یک فرایند ترمودینامیک است که یکی از مهم‌ترین تجهیزات برای ارزیابی و شناخت آن، کالوریمتر است. درواقع DNA و RNA مجموعه‌ای از نوکلئیک اسیدها هستند که با ساختار خاص در کنار یکدیگر قرار گرفته و ساختاری سه‌بعدی (با فرایند تاشدگی) تشکیل داده‌اند.[۴]

■ آنالیز لیپیدها و چربی‌ها

لیپیدها و چربی‌ها موادی بسیار مهم در بسیاری از فرایندهای سلولی هستند. از کاربردهای سلولی لیپیدها می‌توان به غشای سلولی، ذخیره‌سازی انرژی، رشد سلول، مرگ برنامه‌ریزی‌شده سلول و نفوذ از طریق غشا اشاره کرد. این لیپیدها از منابع خوراکی مختلفی جذب می‌شوند و از آنجایی که توانایی اکسید شدن دارند و اکسید شدن آن‌ها (و همچنین شرایط اکسید شدن) اهمیت اقتصادی و سلامتی زیادی دارد، بررسی این فرایند اهمیت بالایی پیدا می‌کند. از آنجایی که اکسید شدن لیپیدها یک فرایند گرمازا است، می‌توان از DSC برای ارزیابی این فرایند استفاده کرد.[۴]

■ آنالیز پادتن‌ها

پادتن‌های تک تیره (mAb) [22] پتانسیل بسیار بالایی را در کاربردهای دارویی از خود نشان داده‌اند. امروزه داروهای زیادی از این پادتن‌ها استفاده می‌کنند. به‌ویژه برای برخی بیماری‌های سیستم ایمنی، این پادتن‌ها تأثیر درمانی بالایی را از خود نشان داده‌اند. در کاربردهای درمانی، آنتی‌بادی‌ها باید در حالت طبیعی و تک تیره باشند تا بتوانند کارکرد مناسبی در عین پایداری از خود نشان دهند. به همین دلیل نیز مطالعه تغییرات ساختاری این پادتن‌ها اهمیت بالایی دارد که دستگاه DSC یکی از ابزارهای مناسب برای این کار است.[۴]

■ آنالیز حامل‌های لیپیدی نانوساختار

امروزه نانوکره‌های [23] لیپیدی به عنوان حامل‌های دارویی کاربرد زیادی پیدا کرده‌اند. این حامل‌ها یکی از مهم‌ترین کارکردهای فناوری نانو در داورسانی هستند. به دلیل پتانسیل و زیست‌سازگاری فوق‌العاده‌ای که این حامل‌ها دارند، باعث افزایش تأثیر درمانی دارو می‌شوند. همچنین زیست‌تخریب‌پذیری و قابلیت بارگذاری نسبتاً بالای دارو از دیگر ویژگی‌های این نانوساختارها هستند. در بسیاری مواقع برای ارزیابی میزان بارگذاری دارو و میزان حضور نانوحامل‌ها داخل دیگر ماتریس‌های پلیمری از آنالیز DSC استفاده می‌شود. به دلیل نقطه ذوب متفاوت این لیپیدها، پلیمر و داروی مورد استفاده، می‌توان میزان و کیفیت بارگذاری دارو و همچنین نانوحامل را ارزیابی کرد.[۴]

اندازه‌گیری استحاله شیشه‌ای شدن در میکرومولکول‌های دارای فاز نانو[۲۴]

مواد نانوفاز به موادی گفته می‌شود که دانه‌بندی آن‌ها در ابعادی کمتر از ۱۰۰ نانومتر است. به طور کلی نقطه شیشه‌ای شدن پلیمرها با دانه‌بندی‌های مختلف ثابت و فرایند استحاله آن‌ها نیز مشابه است؛ اما این فرایند برای نانوفازها متفاوت است و تغییر می‌کند. از آنجایی که شیشه‌ای شدن یک فرایند حرارتی است که می‌تواند توسط DSC ثبت و ارزیابی شود، این دستگاه برای آنالیز و ارزیابی پلیمرهای با اندازه دانه در ابعاد نانو گزینه‌ای مناسب است.[۴]

ارزیابی خودآرایی ابرمولکول‌های نانوساختار

پدیده خودآرایی یکی از رویکردهای پایین به بالا برای ساخت ابرمولکول های نانوساختار (عمدتاً ساختارهای پلیمری) است که در فناوری نانو مورد استفاده است. این اتفاق بر اساس ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی یا زیستی مولکول‌ها اتفاق می‌افتد که می‌توانند پیوندهای بین‌مولکولی غیرکووالانسی برقرار کنند. اصلی‌ترین نیروهایی که در برقراری پیوندهای غیرکووالانسی دخیل هستند، برهمکنش‌های واندروالس، الکترواستاتیک و پیوند هیدروژنی هستند. این برهمکنش‌ها نقش بسیار مهمی در سیستم‌های بیومولکولی مانند پروتئین‌ها، DNA، لیپیدها و داروها دارند.

یکی از مهم‌ترین روش‌هایی که برای ارزیابی خودآرایی استفاده می‌شود، DSC است. با بالا رفتن دما و تجزیه شدن ساختارها، تغییرات و پیک‌های در نمودار DSC آن‌ها دیده می‌شود و بر همین اساس می‌توان فرایند خودآرایی را ثبت و ارزیابی کرد.[۴]

شرکت‌های سازنده دستگاه

در حال حاضر دو شرکت ایرانی اقدام به تولید دستگاه DSC کرده‌اند. یکی از آن‌ها شرکت آزمون سپاهان است. دستگاه این شرکت قابلیت افزایش دما تا دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد را دارد. دقت تنظیم و اندازه‌گیری دما در این دستگاه ۰٫۱ درجه سانتی‌گراد است.[۹] قابلیت‌های این دستگاه در مقایسه با دستگاه‌های به‌روز، به شکلی معمولی و حداقلی است.

شرکت دیگر که به صورت تخصصی‌تر در زمینه تجهیزات حرارتی و آنالیزی فعالیت می‌کند، شرکت تجهیزات‌سازان پیشتاز است. این شرکت دو دستگاه مختلف با قابلیت دمای پایین و دمای بالا طراحی و ساخته است. دستگاه اول، دستگاه آنالیز حرارتی DSC دما بالا مدل TA-1 است. گستره دمایی این دستگاه از دمای محیط تا دمای ۱۵۰۰ درجه سانتی‌گراد است. این دستگاه قابلیت ایجاد اتمسفرهای خنثی، هوا و خلأ را دارد. قابلیت خلأ آن تا ۰٫۰۵ میلی بار است. همچنین یک ورودی نیز دارد که می‌تواند برای گاز نیتروژن یا آرگون استفاده شود. نرخ روبش دمای دستگاه از ۰٫۰۱ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه قابل تغییر است. همچنین دقت اندازه‌گیری دمای دستگاه نیز ۰٫۰۱ درجه سانتی‌گراد است. گستره اندازه‌گیری جریان حرارتی آن ۱۵۰-+ میلی‌وات بوده و دقت اندازه‌گیری آن ۰٫۱ میلی‌وات است.

دستگاه دما پایین شرکت تجهیزات‌سازان پیشتاز برای موادی با نقطه ذوب پایین مانند انواع پلیمرها و مواد زیستی کاربرد دارد. همچنین هر دو دستگاه این شرکت دارای تأییدیه نانومقیاس ستاد ویژه توسعه فناوری نانو هستند.[۱۰]

از شرکت‌های خارجی مطرح تولیدکننده دستگاه‌های DSC می‌توان به شرکت‌های MicroCal ، Mettler Toledo ، TA Instruments ، Shimadzu ، Malver Panalytical ، Perkin Elmer ، Calorimetric Sciences Corporation و Hitachi اشاره کرد.

شکل ۴- دستگاه DSC شرکت تجهیزات‌سازان پیشتاز

خلاصه

دستگاه گرماسنج افتراقی روبشی وسیله‌ای است که برای ارزیابی تغییرات ماده در اثر گرما استفاده می‌شود. در این دستگاه جریان حرارتی ورودی یا خروجی به نمونه اندازه‌گیری می‌شود که با استفاده از آن می‌توان بسیاری از مشخصات ماده از قبیل دمای ذوب، شیشه‌ای شدن، گرمای نهان ذوب، ظرفیت گرمایی و ویژگی‌های این چنینی را به دست آورد. همچنین می‌توان از همین ویژگی‌ها برای شناسایی ماده یا تشخیص ناخالصی‌ها نیز استفاده کرد. این دستگاه در کنار فناوری‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد که امکان آنالیز دقیق‌تر ماده را در اختیار قرار می‌دهند؛ اما به طور کلی می‌توان گفت که DSC یکی از پرکاربردترین آنالیزهای حرارتی مواد است.

در حال حاضر دو شرکت در داخل ایران اقدام به تولید این دستگاه کرده‌اند که دو دستگاه شرکت تجهیزات‌سازان پیشتاز تأییدیه نانومقیاس را نیز دریافت کرده‌اند.

پی‌نوشت‌ها

۱ Differential Scanning Calorimetry
۲ Crucible
۳ High-pressure Crucibles
۴ Stablizers
۵ Fast-Scan
۶ Fourier Trasform Infra-Red
۷ Dynamic
۸ Temperature Ramp
۹ Isothermal
۱۰ Temperature Modulation
۱۱ Glass Transition
۱۲ Transition
۱۳ Ballistic Cooling
۱۴ Curing
۱۵ Thermoplastics
۱۶ Thermosets
۱۷ Elastomers
۱۸ Adhesives
۱۹ Denatured
۲۰ Nucleic Acids
۲۱ Folding
۲۲ Monoclonal Antibodies
۲۳ NanoSphere
۲۴ Nanophases

مراجع

۱ "Red Thermo." www.redthermo.com.

۲ U. S. Syamala, "Calculation of MTDSC signals, factors effecting the signals and applications in drug development," MOJ Bioequivalence Bioavailab., vol. 5, no. 3, May 2018, doi: 10.15406/mojbb.2018.05.00095.

۳ E. Freire, "Differential Scanning Calorimetry," in Protein Stability and Folding, New Jersey: Humana Press, pp. 191–218.

۴ P. Gill, T. T. Moghadam, and B. Ranjbar, "Differential Scanning Calorimetry Techniques : Applications in Biology and Nanoscience," J Biomol Tech, pp. 167–193, 2010.

۵ TA Instruments, "Discovery DSC 25P." https://www.tainstruments.com/discovery-dsc-25p/.

۶ J. L. Ford and T. E. Mann, "Fast-Scan DSC and its role in pharmaceutical physical form characterisation and selection," Adv. Drug Deliv. Rev., vol. 64, no. 5, pp. 422–430, Apr. 2012, doi: 10.1016/j.addr.2011.12.001.

۷ L. Critchley, "Types of Differential Scanning Calorimetry (DSC)," AZO Materials, 2017. https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=13976 (accessed Apr. 27, 2022).

۸ P. C. Weber and F. R. Salemme, "Applications of calorimetric methods to drug discovery and the study of protein interactions," Curr. Opin. Struct. Biol., vol. 13, no. 1, pp. 115–121, Feb. 2003, doi: 10.1016/S0959-440X(03)00003-4.

۹ "دستگاه گرماسنجی روبشی تفاضلی http://polymertest.com/portfolio-item/dsc/ "
دستگاه-گرماسنجی-روبشی-تفاضلی-(DSC).

۱۰ م. کدخدایی, محصولات فناوری‌نانوی ساخت ایران. ستاد ویژه توسعه فناوری نانو, ۱۳۹۹.