

معجزه‌های از جنس هوا

لقب سبک‌ترین ماده جهان را دارد، اما گاهی بسادگی وزن يك خودرو را تحمل می‌کند، در عین کوچکی می‌تواند وسعتی به بزرگی يك زمین فوتبال را داشته باشد و با این ساختار عجیب و غریب یکی از پرکاربردترین مواد در ماموریت‌های فضایی به شمار می‌رود.



لقب سبک‌ترین ماده جهان را دارد، اما گاهی بسادگی وزن يك خودرو را تحمل می‌کند، در عین کوچکی می‌تواند وسعتی به بزرگی يك زمین فوتبال را داشته باشد و با این ساختار عجیب و غریب یکی از پرکاربردترین مواد در ماموریت‌های فضایی به شمار می‌رود.

این ماده که آئروژل یا هواژل نام دارد به صورت باورنکردنی عایق حرارتی و صوتی بسیار خوبی است و در حالی که 99.8 درصد آن را هوا تشکیل می‌دهد، می‌تواند سبک‌ترین ماده جامدی باشد که از چگالی بسیار پایینی برخوردار بوده و در آن اجزای مایع ژل با گاز جایگزین شده‌اند.

هواژل نخستین بار سال 1930 توسط ساموئل استفان کیستلر تولید شد؛ اما بسیار شکننده بود و نمی‌توانست تغییر شکل بدهد. ساخت این ماده با دست و به روش‌های سنتی بسیار سخت و هزینه بردار است؛ اما دانشمندان توانسته‌اند با پیشرفت فناوری آن را انعطاف‌پذیر ساخته و نمونه‌ای سبک‌تر تولید کنند در حالی که چگالی سبک‌ترین نمونه ساخته شده از آن به روش دستی، حدود سه برابر هواست.

این ماده به نام‌های دود منجمد، دود جامد یا دود آبی نیز شناخته شده؛ چرا که با ظاهری شفاف و نحوه پخش نوری خاص از دیگر مواد متمایز می‌شود.

هواژل دارای ساختار مولکولی بسیار قوی است و با کمترین چگالی و بالاترین سطح داخلی نسبت به هر ماده جامد دیگر خصوصیات منحصر به فردی دارد. این ماده دارای قدرت عملکردی بالایی در زمان تصادم بوده، رسانای الکتریسیته است و با افزایش فعالیت کاتالیستی نقش بزرگی در حل معماهای علم شیمی دارد.

برخی حقایق جالب

يك گرم هواژل می‌تواند زمینی به مساحت 250 تا 300 مترمربع را اشغال کند.

دارای بیشترین تخلخل در بین مواد است، شاید تنها ماده‌ای است که بتواند بیشتر از 95 درصد تخلخل داشته باشد. این ماده را می‌توان با ترکیب گسترده‌ای از مواد شیمیایی و به صورت چندمنظوره ساخت. در عین حال بنا بر تعاریف نظری قادر است حدود 500 تا 4000 برابر وزن وارد شده به خود را تحمل کند.

هواژل سیلیکا

آئروژل انواع گوناگونی دارد که مهم‌ترین آنها بر پایه سیلیسیم ساخته می‌شود و سبک‌ترین هواژل‌ها را تشکیل می‌دهد. سیلیکا معمول‌ترین نوع هواژل است که از ژل سیلیکا مشتق شده است. چگالی هواژل سیلیکا يك میلی‌گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده و سبک‌ترین ماده جامد شناخته شده جهان است. هواژل سیلیکا بشدت توانایی جذب اشعه مادون قرمز را دارد و نور می‌تواند به ساختار ماده نفوذ کند. این ماده دارای 15 رکورد ثبت شده در کتاب گینس برای کاربرد در زمینه‌های متفاوت از جمله بهترین عایق و پایین‌ترین چگالی يك ماده جامد است.

هواژل کربن

آئروژل کربن از ذرات با اندازه‌های مختلف در محدوده نانومتری و کووالان متصل به هم تشکیل شده است. دارای تخلخل بسیار بالایی هستند و بیش از 50 درصد ذرات دارای قطر منافذی کمتر از 100 نانومتر و سطح مساحتی بین 400 تا هزار مترمربع بر گرم دارند.

بسته به میزان چگالی کربن هواژل با پایه کربن می‌تواند رسانای الکتریکی برای ساخت کامپوزیت کاغذ و استفاده جهت الکتروود در خازن باشد و به دلیل سطح بالایی که دارند برای خازن‌هایی با ظرفیت بسیار زیاد نیز کاربرد دارند.

هواژل کربن بشدت در طیف مادون قرمز، سیاه بوده و منعکس کننده فقط 0.3 درصد از اشعه بین 250 نانومتر و 14.3 میکرومتر است، از این رو ساخت آنها برای جمع‌آوری انرژی خورشیدی کارآمد است.

تولید هواژل

هواژل توسط يك فرآیند شناخته شده به نام خشك کردن فوق بحرانی تولید می‌شود که در آن مایع از شکل ژل پایه جدا شده و با يك گاز جایگزین می‌شود.

با استفاده از این روش مایع به آهستگی از درون شبکه جامد ژل خارج می‌شود، بدون آن که به این شبکه آسیبی برسد. مانند ژلاتین نمونه‌های اولیه از مخلوط کردن يك ترکیب سیلیکون مایع و حلال مایعی که به سرعت تبخیر می‌شود به دست می‌آید، بعدها هواژل‌هایی با پایه اکسید آلومینیم، کروم، قلع و کربن ساخته شدند.

دستاوردهای جدید

در یکی از مراکز تحقیقاتی وابسته به ناسا هواژل پلیمری قوی، انعطاف‌پذیر و مقاوم در برابر خم و خرد شدن ساخته شده است. نمونه‌های جدید تا 500 برابر از نمونه‌های مشابه خود مقاوم‌تر هستند.

دانشمندان طی سال‌ها به ارتقای قدرت این هواژل‌ها پرداخته‌اند به عنوان مثال هواژل سیلیس از چگالی مشابه و مقاوم‌تری بالا برخوردار است. همچنین تولید آنها به شکل نازک نیز امکان‌پذیر بوده که به دلیل انعطاف‌پذیری بالا طیف گسترده‌ای از کاربری‌های تجاری و صنعتی را شامل می‌شود.

همچنین می‌توان از این هواژل‌های منعطف که پنج تا ده برابر کارآمدتر از نمونه‌های کنونی هستند برای پوشش‌های فوق عایق جهت گرم نگه داشتن افراد در سرما، دیواره‌های نازک‌تر یخچال، فریز و دیگر عایق‌ها استفاده کرد.

استفاده از این ماده برای صنایع نظامی نیز کاربرد دارد. موتورهای هواپیماهای نظامی و بالگردها مقدار زیادی گرما تولید می‌کنند، به این معنی که می‌توانند مورد حمله موشک‌هایی قرار گیرند که با جستجوی گرما هواپیماها را ردیابی می‌کنند؛ بنابراین اگر موتور به وسیله سپری از يك لایه از هواژل پوشانده شود گرمای کمتری را انتشار می‌دهد و می‌تواند تعقیب نشود.

همچنین هواژل می‌تواند برای جلوگیری از هدر رفت حرارت از لوله‌های آب گرم استفاده شود و با خاصیت بهترین عایق بودن و دیگر ویژگی‌های شگفت‌آور یکی از رازهای آینده بشر برای حفظ منابع تامین انرژی زمین و حفظ محیط زیست باشد.