

در آمدی فوم های فلزی

با پیشرفت تکنولوژی بدست آوردن مواد جدید از اهمیت خاصی برای دانشمندان برخوردار است و می تواند اثر بسیار شگرفی بر زندگی بشر داشته باشد . فوم های فلزی یکی از این مواد هستند که دانشمندان با بوجود آوردن آنها پای در فضای گسترده و جدید صنعتی گذاشتند .

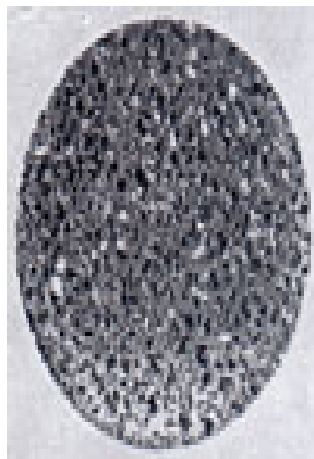
عموما مابین ۷۵٪ تا ۹۵٪ ساختار فوم از منفذ ساخته شده است که می تواند متصل به هم یا به هم چسبیده باشد . فوم های فلزی سخت هستند بر خلاف فوم های پلاستیکی و تا زمانیکه آنها را برش ندهید مانند فلز جامد به نظر می رسند . (به یاد داشته باشید که به خاطر چگالی پایین آلومینیوم معمولا از این فلز ساخته می شوند) .

تاریخچه فوم فلزی :

فرآیند اول :

نخستین ثبت در مورد فوم های فلزی به سال ۱۹۸۴ باز می گردد . زمانی که benjamin sosnick برای ارائه پروسه ای در مورد ساختن جرم فلزی فوم شکل دارای حق امتیاز شد . روش او بر اساس بکار گرفتن این واقعیت بود که آلیاژ های فلزی مرکبی که شامل دامنه بسیار وسیع و متفاوتی از نقاط ذوب و جوش است می توانند مستقیما ذوب شوند یا به جوش آیند . در این فرآیند ، به یک آلیاژ فلزی چند فازی گرما داده می شود در ترکیب این آلیاژ انتخاب شده یکی از اجزای آن بخار میشود در حالیکه بقیه اجزا تنها ذوب شدند این آلیاژ ضمن حرارت دادند ، در یک مجرای تحت فشار نگهداری میشود به همین خاطر جزء گازی آن نمیتواند از مایع فرار کند . برقراری فشار باعث بخار شدن ناگهانی مخلوط می شود که در نهایت میتوان با سرد کردن آن مخلوط به یک فرم

جامد پر از منفذ های نزدیک به هم رسید موارد استفاده پیشنهادی بهبود مقاومت در برابر فشردگی فوم را نشان میدهد که همچنین جاذب گرما و صدا است . به طور واضح ، تنها مقدار کمی از آلیاژ های فلزی مرکب برای این فرآیند واقعا مناسب هستند . این فرآیند نسبتا گران تمام میشد و در نهایت هم تنها مقدار نسبتا کمی از فوم غیر معمول را تولید میکرد و شاید به همین دلیل بود که هیچگاه به طور وسیع مورد استفاده قرار نگرفت .



فوم های سلول باز :

بعدها در سال ۱۹۵۰ اولین سلول فوم فلزی باز تولید شد که شامل پراکندن آلومینیوم مذاب در دانه های خورد توده نمکی فشرده شده می باشد که بعد از آن نمک را حل کرده تا منفذ هایی در میان آن باقی بماند این فرآیند ساختار فوم قابل اطمینان تری نسبت به متد sosnick تولید میکرد اما در حال حاضر هنوز هم به آن به عنوان یک چیز کمیاب نگریسته میشود تا یک ابزار مهندسی .

ورود عامل فومی :

در سال ۱۹۵۹ ، تحقیق کاملاً متفاوتی انجام شد اعضای این گروه تحقیقاتی روشی برای ساختن فوم به نام خود

ثبت کردند که اساس آن ساختن فوم با مخلوط کردن فلز پودری با پودر فلز فومی گازی بود . پودر فلز فومی گازی باید کاملاً به دقت انتخاب میشد تا مقدار بسیار زیادی از گاز را در دمای ذوب فلز تجزیه و آزاد کند این مخلوط پودری به صورت سرد فشرده شده و از غالب خارج میشود تا یک ماده جامد فلزی همراه با فوم های منتشر شده در آن تولید شود زمانیکه این جسم جامد حرارت میبیند تا به نقطه ذوب فلز برسد عامل فومی تجزیه میشود تا گاز را به فلز مذاب تزریق کند و فلز فومی تشکیل شود . فلز هیدروژن دار (مخصوصاً هیدرید تیتانیوم) که در دمای پایین به

سهولت به فلز و گاز هیدروژن تجزیه میشود و در بسیاری از متد های ساخت فومهای تجارتي متداول است به عنوان اولین ظهور عامل فومی به ثبت رسید .

خنک کردن فوم یک مشکل اساسی بود و این به معنی آن است که گرمای منبع نسبتا سریع میتواند از بین برود اما فلز همچنان گرم و داغ باقی می ماند و مستعد برای تبدیل به فلز مذاب است قبل از آنکه به اندازه کافی سرد شود . تحقیقات نشان میدهد که استفاده از آب به عنوان عامل سردکننده و یا گرم کردن تنها بخشی از فوم میتواند به طور کلی مانع از این مشکل گردد .

فوم سازی به صورت مستقیم از طریق ذوب :

چهار سال بعد تحقیقی نسبتا وسیع انجام شد که شامل متدی بود که در آن عامل فوم ساز را مستقیما به فلز نیم گداخته اضافه میکردند سودی که این روش داشت تولید بسیار ارزانتر فوم نسبت به متد پودری بود یک پیشرفت جدید آن بود که مشتقی از فلز سیلیس را به آلومینیوم مذاب اضافه میکردند و از آن برای افزایش چسبناکی و به دام انداختن گاز آزاد شده استفاده میکردند ایده جدید دیگر استفاده از خاک رس به جای فلزات هیدراته برای عامل فوم سازی بود که میتوان مولکولهای آب به دام انداخته شده در ساختار آنها را به هنگام اضافه کردن به ماده مذاب به صورت بخار آب آزاد کرد . تعداد اندکی از موسسات کار بر روی فوم های پودری

فلزی را ادامه دادند و به خاطر هزینه آن به تولید در آزمایشگاهها منحصر شد و به تولید تجاری نرسید در مقابل آن فوم هایی که به روش ذوب تهیه میشوند اصلی ترین مرکز توجه علایق تجاری هستند . دانشگاهها و کارخانجات زیادی مشغول کار بر روی فومها هستند و پروسه های جدید تولید فوم از راه نفوذ دادن ، خلع کردن و... انجام شده است .

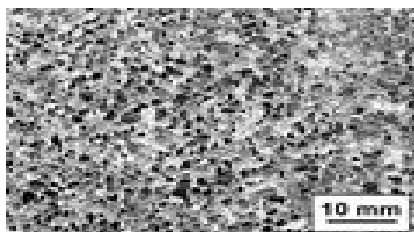
اساس فوم :

فوم ها با اساس ذوبی کمکم به روش اولیه تولید فوم چیده شده اند کارخانجات بسیاری تولید فوم فلزی را شروع کردند . تحقیقات جدید در پایگاههای علمی با هدف ارتقاء کیفیت فومها فومهایست که با روش ذوبی تولید میشوند در حالیکه از هزینه های بالایی که در تولیدات محصولات فوم به روش پودری ایجاد می شود میتوان به این طریق اجتناب کرد .

فوم کردن فلزات دیگر

تا امروز تقریبا تمام تحقیقات متمرکز در فومهای آلومینیومی بوده است (به خاطر چگالی پایین و مقاومت در برابر خوردگی و نقطه ذوب پایین که کار با آن را آسان میکند) در هر حال فومهای آهن ، نیکل ، سرب نیز تولید شده اند .

فومهای نیکل را به عنوان فیلترهای شیمیایی به کار میگیرند . دیگر فومها کیفیت مشکوکی دارند و در حال حاضر موضوع تحقیقات دانشمندان میباشد .



کاردهای فومهای فلزی :

هیچ خاصیتی از فومهای فلزی ویژه و استثنائی نیست بیشتر خواص ماده آنها (از قبیل چگالی ، سختی و دوام و) در هر نوع ماده دیگری نیز یافت میشوند . نکته مهم در بازار فروش فومهای فلزی در کل (به ویژه فومهای

آلومینیوم) در ترکیب بینظیر کیفیت هاییست که در هیچ ماده دیگری یافت نشده است :

- قدرت بالا (10mpa) و سختی (1gpa)
- چگالی بسیار پایین (حدودا ۰/۲ چگالی آلومینیوم جامد)
- توانایی جذب مقادیر بالای انرژی با تحمل فشار در زمان فشرده شدن در هر جهت .

مواد ساختاری :

فومها سختی نسبتا بالا و چگالی پایین را بیش از ماده مولد خود دارا می باشند مهم است بدانیم که اگر تنها قدرت مستقیم را در نظر بگیریم ، فومها غالبا کاربرد مشابه یا حتی بدتری از مواد جامد هم وزن خود ارائه میدهند نقطه قوت فومها زمانی آشکار میشود که فشارهای منجر به خم شدن را به عنوان یکی از کیفیات وزن در نظر بگیریم . پخش وسیع ساختارهای سلولی در لحظه ، سکون ماده را افزایش میبخشد و به آن قدرت خم شدن و مقاومت ویژه بیشتری میبخشد تا آنچه به وزن حجمی فلز مربوط است این مطلب فومها را به عنوان ترکیباتی کاربردی در اتومبیل سازی و هوا فضا مطرح میسازد این مطلب ممکن است به شکل ترکیبات حمل وزن مستقیم به چشم بیاید اما بیشتر موارد استفاده ساختاری را نشان میدهد که در آن فوم عنصری مرکزی است که با لایه فلزی بیرونی احاطه شده و مورد استفاده قرار میگیرد . تولید این ترکیبات در مقایسه با دیگر

مواد کندوشکل آسانتر است و مقاومت بیشتری در برابر شکاف خوردن نشان میدهد و این بخاطر همگرایی فومهاست . برخی از روشهای تولید همچنین اجازه میدهند که قالبهایی با اشکال نامنظم از فومها پر شود ، به عنوان مثال برای ساختن شکلهای پیچیده و یا پر کردن ساختارهای لوله ای از فومها به جای ترکیبات جامد فلزی استفاده میشود چون وزن بسیار کمتری داشته در حالیکه از مقاومت ساختاری قابل توجهی نیز برخوردار میباشند .

در اینجا فهرست وار خلاصه ای از کاربردهای بالقوه فومهای فلزی را ذکر میکنیم :

- ورقه های خود پشتیبان محکم و بسیار سبک برای ساخت و ساز و حمل و نقل
- جذب انرژی ذره ای در ماشینها ، آسانسورها و سیستم های جابجایی
- کفها و دیواره ها
- ورقه های سقفی و دیواره ای ضد حریق با عایق گرمایی و صوتی
- جداره های کمپرسور
- بدنه و آگزوز موتورسیکلت
- تبادلگر گرمایی ، فیلترها و کاتالیزورها
- مبدلهای صوتی
- محفظه اسپیکر

- باتریها
- محفظه گیربوکس
- بخشهای ساختاری فضاپیما
- محفظه هایی برای ابزار الکترونیکی
- جاذب صوتی برای شرایط سخت

از آنجائیکه توضیح در مورد تک تک این موارد از حیطه این مقاله خارج است تنها به مهمترین کاربردهای آنها میپردازیم :

جذب کننده ضربه :

طبقه بندی گسترده ای از کاربردها حول خاصیت جاذب انرژی فومهای فلزی بنا شده است در هنگام فشردگی ، فوم ها تنها دگر دیسی الاستیکی کمی را قبل از حالت پلاستیکی نشان می دهند در بیشتر فومها این حالت شامل دگر دیسی

پلاستیکی گسترده ای از دیواره های سلولی در سلولهای شکست خورده می شود که بتدریج در حلیکه ماده فشار کم و پایداری را تحمل میکند افزایش میابد . حرکت تغییر جا در یک فلز به این معنی است که مقدار زیادی از انرژی بدون

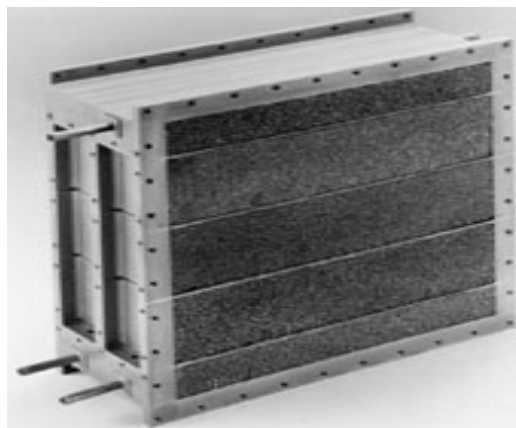
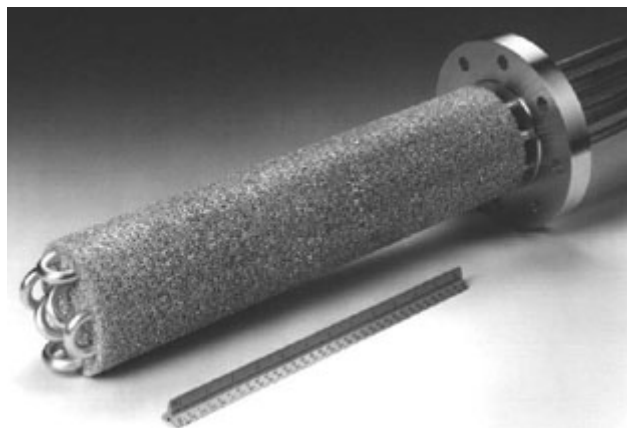
افزایش فشار تا مرحله بحرانی میتواند جذب شود به خاطر رفتار ایزوتوپ فوم جذب انرژی در هر جهتی که فشار وارد میشود ممکن میکند این خاصیت کارآیی فوم را به عنوان ماده ای سبک ، ارزان ، جاذب تکانهای ناگهانی در بدنه جلویی اتومبیل ها یا قطارها برای محافظت از سرنشینان در هنگام تصادفات افزایش میدهد .

این یکی از بخشهاییست که فومهای فلزی به صورت تجاری استفاده شده و میتوانند در دربههای ضد ضربه به کار روند . در اصل فومهای فلزی به خاطر مقدار دگر دیسی پلاستیکی که میتوانند در واحد حجم خود تحمل کنند مورد توجه میباشد . به خاطر اینکه دیواره سلولی آن طبیعتاً از شکست ساختاری پیش از موقع به عنوان واحدهای جاذب انرژی جلوگیری میکنند و از سرنشینان اتومبیل در هنگام مواجه با مواد سوختنی و انفجاری و تصادفات محافظت میکنند و یا به عبارتی دیگر مقاوم در برابر دما و حرارت میباشد .

فیلترهای دمای بالا و مقاوم در برابر خوردگی :

آلومینیوم مقاومت خوبی در برابر زنگ زدن و بسیاری دیگر از حملات شیمیایی دارد . فومهای سلول باز با سوراخهای ریز میتوانند به عنوان مواد فیلتری مقاوم از نظر شیمیایی و یا در برابر حرارت بالا استفاده شوند . پیش نهاد شده که ظروف حاوی سوخت مایع تا حدودی با فومهای سلول باز پر شوند تا اینکه در هنگام نشت مواد آتش زا که کم کم چکه میکنند و بر سد میریزند را جذب کنند نه اینکه قبل از آتش گرفتن این مواد به سرعت محوطه گسترده ای را در بر گیرد .

دو مبدل گرمایی که از فومهای آلومینیومی سلول باز تشکیل شده اند



مانع در برابر تغییرات حرارتی (عایق گرمایی) :

مقاومت در برابر خوردگی در ترکیب با سطح گسترده و اینکه دیواره سلولی با رسانایی گرمایی بالایی دارد فومهای سلول باز را ماده ای ایده آل برای استفاده در مواد عایق گرما میسازد . فومهای سلول بسته از طرف دیگر رسانایی گرمایی کمی دارد و این بخاطر ساختار سلولی آنهاست پس مقاومت بالایی در برابر آتش دارد این قابلیت آنها را محافظ گرمایی خوبی میسازد .

دو مبدل گرمایی که از فومهای آلومینیومی سلول باز تشکیل شده اند .

سطح وسیع :

ترکیب رسانایی الکتریکی بالا و سطح وسیع فومهای سلول باز آنها را برای استفاده به جای الکتروود مناسب مقدور کرده است . به عنوان مثال : در باطریهای اسید - سرب ساختارهای سلول باز میتوانند حامی های کاتالیزوری بسیار خوبی باشند .

جذب صدا (آگوستیک) :

فرکانس ایجاد صدا به نسبت قابلیت الاستیک ماده به چگالی دارد . چون اینها میتوانند به نحو مستقلی تنوع داشته باشند از فومها برای حذف فرکانس های مشخص استفاده می شود . همچنین از فوم ها برای مواد ضد صدا استفاده میشود . در ساختارهای پر محفظ فوم صدا توسط لرزش و اصطکاک همچون گاز مابین سلول ها پخش می شود ، انعکاس مجدد داخل یک ساختار سلولی راهی طولانی و طاقت فرسات که در آن جذب کامل فرکانس ممکن می باشد .

روشهای اصلی تولید :

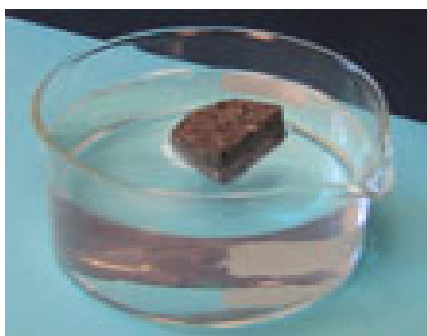
روش ساختن فلزات فوم شده به چهار دسته مهم تقسیم میشود :

دسته اول : مربوط به فوم هایبست که در حقیقت تنها ترکیباتی از موادی میباشد که برای تولید فضاهای خاص استفاده میشوند . به عنوان مثال : پودرهای فلزی یا فیبرهای متراکم . فومهایی که با این روش ساخته میشوند از کیفیت پایینی برخوردارند نوع قابل اعتماد تر تولید نفوذی می باشد که در آن اشکال متخلخل ساخته می شوند و فلز های آب شده به

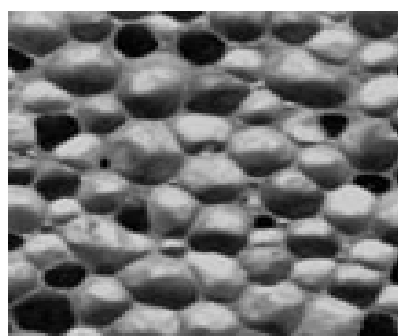
داخل آن اشکال در قالب ها ریخته میشود و سپس قالب ها را جدا میکنند چون میتوان هر چه قدر خواست زمان صرف ساختن یک قالب عالی و بی نقص نمود . این روش برای ساختارهای کیفیت بالای فومهای سلول باز استفاده

میشود و نکته منفی این روش گران تمام شدن آن و پیچیده بودنش است و تنها برای ساختن اندازه های کوچک فوم مناسب هستند .

روش دیگر بر اساس پودر میباشد . فلز های پودر شده و عوامل فوم ساز (مواد شیمیایی که در هنگام واکنش گاز آزاد میکنند) با هم مخلوط شده و فشرده میگردند با حرارت دادن مخلوط بالا در دمای ذوب فلز ، فوم تولید میشود .



فوم سلول هسته با حفره های حدود ۸۰



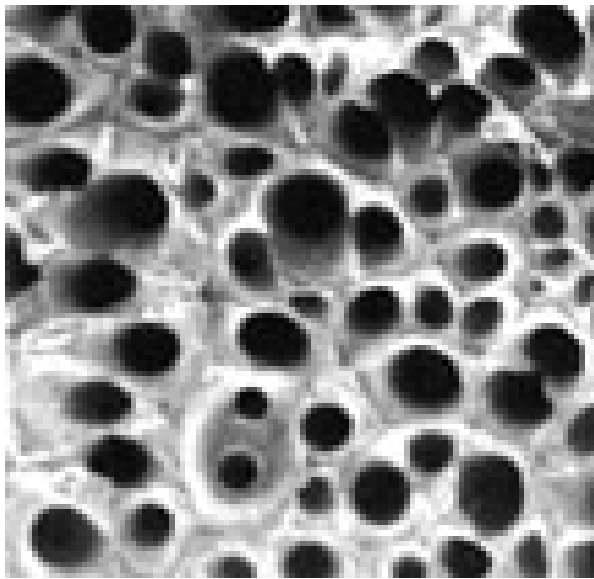
یک نوع سلول بسته در حدود ۳ میلیمتر

درصد

تا بحال ارزانتترین نوع تولید فوم روش آب کردن میباشد در این روش نوعی گاز به فلز آب شده چسبناک تزریق شده و تولید حفره میکند و فلز به تدریج خنک میشود و فوم میسازد گرچه این روش ارزان است اما کیفیت بسیار خوبی ندارد زیرا نمیتوان فاصله بین سلول ها را کنترل کرد .

روشهای دیگری نیز هستند گرچه فومهایی با حفره های کمتر یا کیفیت پایین تری تولید میکنند . از جمله این روشها سرد کردن سریع فلز اشباع شده توسط هیدروژن میباشد بدین صورت که وقتی فلز اشباع میشود هیدروژن آزاد شده و تولید حفره میکند چون سرد شدن در یک جهت ویژه اتفاق می افتد حفره ها معمولا طولانی و موازی در جهت سرد شدن می باشند که البته این یک نقطه ضعف است زیرا این مواد بیش از آنکه فوم مانند باشند کندو مانند هستند .

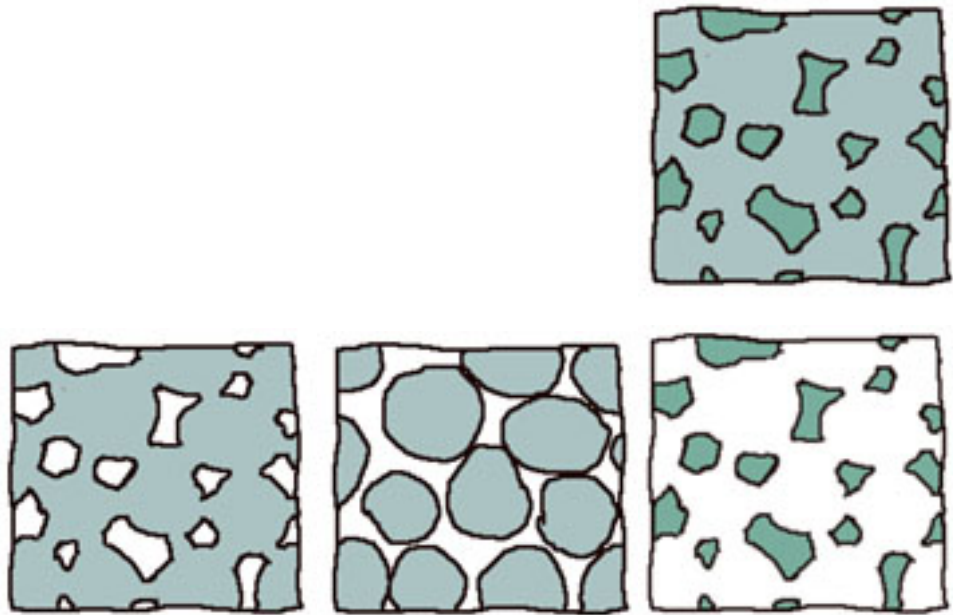
شکل زیر نمونه ای از همین فوم است که حفره های طولانی موازی را به حالت ضربدری نشان میدهد ، حفره های این تصویر حدود 0.1 mm وسعت دارند .



فوم های سلول باز :

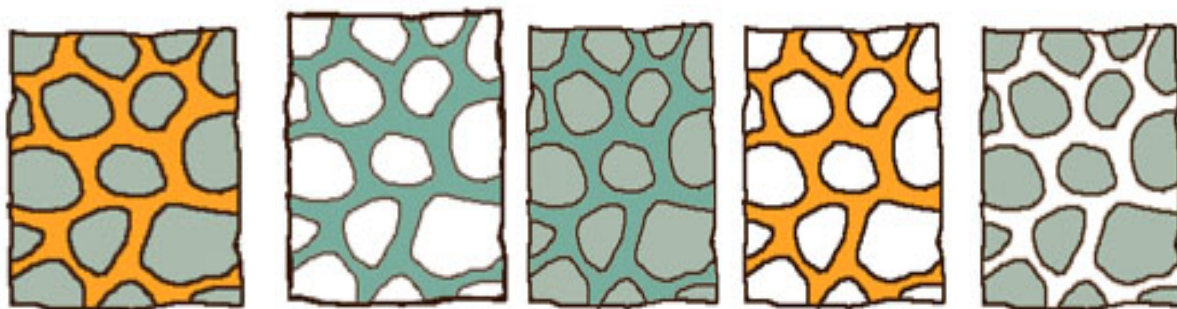
این فومها دارای سه غالب هستند که به آنها اشاره میکنیم .

۱. قالب نمکی : اولین فوم های فلزی توسط پرکردن یک قالب گرافیت اندود شده توسط نمک های زبر صخره ای تولید شد (نمکی که در آسیاب ها ریخته میشوند) با گرم کردن آب دانه های نمک به هم چسبیده و آلومینیوم آب شده در داخل آن ریخته میشود با تکان دادن قالب این اطمینان حاصل میشود که آلومینیوم به همه جا رسیده است و سپس قالب نمکی را سرد میکند در این مرحله نمک در آب حل میشود و یک شبکه از آلومینیوم باقی میگذارد .

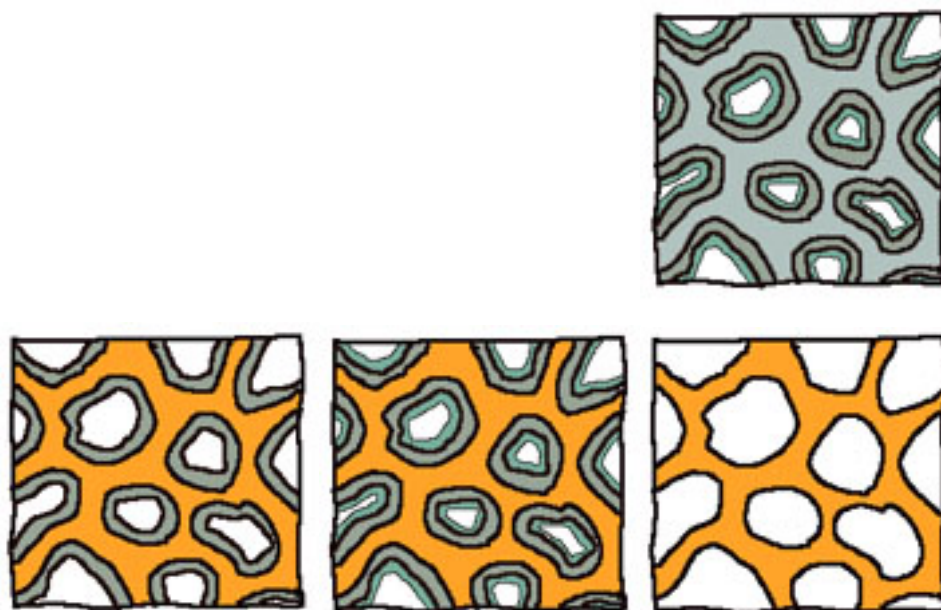


این روش حدوداً ۳۵ سال بعد مورد باز بینی قرار گرفت و بهبودهایی حاصل شد به ویژه اینکه حالا فلز آب شده در خلا به قالب نمک اضافه میشود و این بدان معنی است که فلز با اطمینان بیشتری پخش شده و دانه های نمک کوچکتری استفاده میشود ، کیفیت فومهایی که به این روش تولید میشوند بسیار بالاست اما هنوز برای پخش این روش زود است .

۲. قالب های گچی : با تغییراتی در این روش میتوان یک نوع فوم دیگر بدست آورد ، معمولترین روش در بوجود آوردن یک فوم پلاستیک سلول باز که بسیار آسان هم ساخته میشود این است که با چیزی که بعداً حل شدنی باشد ترکیب شوند که در دمای بسیار بالا بهترین نمونه مواد گچ است . در این روش یک توده جامد با نوعی پلاستیک که در گچ احاطه شده تولید میکنند گرم کردن آن در دمای بالا موجب تجزیه شدن پلاستیک میشود ، در نتیجه شبکه ای از کانالهای خالی را در سرتاسر توده گچی ایجاد میکند در این هنگام فلز آب شده با فشار بالا و مکش به داخل قالب ریخته میشود و گچ حل میگردد نتیجه این روش داشتن یک فوم سلول باز است که دقیقاً ساختار سلولی فوم پلیمری اصلی را دارد .



۳. وضعیت الکتروودی : یک روش بسیار دقیق برای ساختن فوم های سلول باز آن است که با یک فوم سلول باز پلاستیک کار را شروع کنیم با همان روشی که در قالب های گچی آمده است اما بجای حرارت دادن آن را در معرض نوعی گاز که با کربن مخلوط شده قرار داده و از آنجائیکه کربن هادی الکتریسیسته است آلومینیوم آب کاری شده را بر روی سد میریزیم و حرارت می دهیم تا پلاستیک آب شده و به یک فوم سلول باز تبدیل شود .



خلاصه ای از مزایا و معایب روشهای نفوذ فلز :

مزایا :

۱. کنترل بسیار نزدیک اندازه سلولها که حتی برای دانه های نمک با اندازه های مختلف نیز امکان پذیر است
۲. هر فلز یا آلیاژی را میتوان استفاده کرد ، تنها بدین شرط که زیر دمای تجزیه نمک ذوب شود .
۳. قالب ها به شکل نهایی بسیار نزدیک هستند و استفاده از ماشین آلات را به حداقل می رسانند .

معایب :

۱. زمان زیادی طول میکشد تا نمک یا گچ حل شوند .
۲. مراحل تولید مستمر نیستند و بسیار پیچیده اند و فوم های تولید شده بسیار گران قیمت هستند .
۳. فوم های تولید شده به این روش سخت فرم میگیرند .

سیر تکاملی گاز در فوم های سلول گازی :

روش اول : آسان ترین روش برای ساختن یک فوم سلول بسته تولید حباب هوا در انتهای یک حفره آلومینیوم آب شده می باشد سپس گرفتن کف و سرد کردن آن . در این روش پیچیدگی هایی نیز وجود دارد بویژه اینکه فلز باید مواد سرامیکی خوبی در خود داشته باشد تا آن را چسبنده سازد ، و هوا باید بدون شکل دادن حباب از سطح خارج شود ، فوم هایی به این روش اساسا ارزان و بی کیفیت اند .

مزایا :

- الف) در ساختن فوم ها با اندازه بالا ساخته میشوند .
- ب) تولید آن آسان و نسبتا ارزان است .

معایب :

الف (پراکندگی گاز قابل کنترل نیست و حفره ها نیز بزرگ میباشند .

ب (کنترل کمی برای تعیین اندازه حفره ها وجود دارند .

ج (تنها تکه ای از آنها قابل تولید است و سطح فوم نیز نا صاف می باشد .

د (باید قبل از شروع کار با سرامیک ترکیب شوند و از آنجائیکه برخی از آلیاژ ها به اندازه کافی چسبنده نیستند استفاده از هر نوع آن امکان پذیر نیست .

روش دوم : این روش فوم های پیچیده تری تولید میکنند با حفره های بهتر و همسان تر . در این روش از عامل فوم ساز جامدی استفاده میکنند که میتواند قبل آزاد سازی گاز به آلومینیوم ترکیب شود همین مطلب باعث کنترل بهتر پراکندگی به اندازه حفره ها می شود . ساختار سلولی این فوم ها از کیفیت بالاتری برخوردار است اما تولید این فوم گران تر تمام میشود .

مزایا :

الف (اندازه های سلولی این فوم شکل یکنواخت تری دارند .

ب (سلولهای کوچکتر با حفره های کوچکتر در ساختار دارد .

معایب :

الف (به علت نوع افزودنی ها گرانتر است .

ب (شکل نهایی را تولید نمیکند . چون پودر را نمیتوان در داخل قالب های پیچیده تکان داد .

روش سوم : روش چسباندن ورقه ای

این روش فلزات مرکب را توسط گازی که تحت فشار آزاد می شود به فوم تبدیل میکند . این روش کیفیت بهتری به فوم میبخشد فایده این روش آنست که زمان طولانی تری برای هم زدن امکان پذیر است . این روش همچنین این قابلیت را دارد که در شکل گیری نهایی محصولات استفاده شود .

مزایا :

الف (کنترل خوبی در یکنواختی و اندازه سلولها وجود دارد .

ب (تولید قالب های نهایی

ج (این روش را می توان برای پر کردن قالب های پیچیده تر هم استفاده کرد .

معایب :

عیب این روش محدودیت در نوع فلز های استفاده شده است .

منابع

1.www.cambridgeuniversity.com

2.www.sciencedirect.com

3.refrence of Benjamin sosnick,paitent2.1948