

مقدمه :

متالورژی پودر روشی برای ساخت و تولید قطعات فلزی و سرامیک است که اساس آن بر فشردن پودر مواد به شکل مورد نظر و تفجوشی آن است. تفجوشی در درجه حرارتی زیر نقطه ذوب صورت می‌پذیرد. متالورژی پودر بخشی کوچک ولی بسیار مهم از صنایع فلزگری می‌باشد. اولین کاربرد متالورژی پودر برای تولید پلاتین با دانسیته کامل بود که در قرن ۱۹ میلادی صورت گرفت چون در آن زمان امکان ذوب پلاتین به دلیل نقطه ذوب بالا وجود نداشت. در اوایل قرن بیستم فلزهای دیر گدازی مانند تنگستن، مولیبدن توسط روش متالورژی پودر شکل داده شدند. کاربردهای سمائیت و یاتاقانهای برنزی متخلخل نسل بعدی قطعات متالورژی پودر بودند. به این صورت قطعات متالورژی پودر در انواع صنایع مانند لوازم خانگی، اسباب بازی سازی و الکترونیک کاربرد پیدا نمود. آخرین کاربردهای قطعات متالورژی پودر در صنایع خودرو سازی می‌بود که موازی با رشد صنایع اتومبیل سازی رشد نمود به صورتی که امروزه بقای صنعت متالورژی پودر در کشورهای صنعتی بسیار وابسته به صنعت خودرو سازی می‌باشد.

در سال‌های ۱۹۵۰-۱۹۶۰ روشهای نوین مانند پرس پودر و ایزو استالیک گرم در صنعت متالورژی پودر بکار گرفته شد. این روشها با تولید قطعات با دانسیته بالا توان رقابتی قطعات متالورژی پودر را افزایش دادند. گرچه روش متالورژی پودر امکانات ویژه‌ای را جهت تولید بعضی قطعات خاص فراهم ساخته‌است، که تولید آنها از طریق روشهای دیگر غیر ممکن یا بسیار مشکل می‌باشد ولی زمینه‌هایی که باعث فراگیر شدن استفاده از این روش گردیده‌است، عبارت‌اند از :

➤ زمینه‌های اقتصادی

➤ بهره وری انرژی

➤ انطباق زیست محیطی

➤ ضایعات بسیار پائین

متالورژی پودر تکنولوژی است، پویا. در طول سالها عوامل موثر بر این فن آوری بهبود داده شده‌اند به علاوه، تولید آلیاژهایی جدید و مستحکم تر و فرآیندهای تولید قطعات با دانسیته بالا مانند Warm compaction ، ایزو استالیک گرم، فرج پودر، extrusion ، Powders rolling ، Incretion mounding Powders همراه با کنترل عالی بر زیر ساختار هم چنین خصوصیت ذاتی فن آوری متالورژی پودر در تولید مواد مرکب، امکان ساخت محصولاتی از مواد ویژه و سنتی را در طیف و تولیدی و هم چنین گران بودن ابزار و تجهیزات تولید که ظرفیتهای تولید کم را غیر اقتصادی می‌نماید، از نقاط ضعف این فن آوری در رقابت با دیگر فرآیندهای تولید است. توجیه استفاده از روش متالورژی پودر بر اساس تیراژ تولید می‌باشد. این امر در استفاده از متالورژی پودر در صنایع اتومبیل سازی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

با وجود اینکه از نظر تاریخی متالورژی پودر از قدیمی‌ترین روشهای شکل دادن فلزات است، اما تولید در مقیاس تجارتي با این روش، از جدیدترین راه‌های تولید قطعات فلزی است. در دوران باستان از روشهای متالورژی پودر برای شکل دادن فلزاتی با نقطه ذوب بالاتر از آنچه در آن زمان داشتند، استفاده می‌شد. اولین بار در اوایل قرن نوزدهم بود که پودر فلزات با روشی مشابه آنچه امروزه بکار می‌رود، با متراکم نمودن به صورت یکپارچه در آورده شد.

متالورژی پودر فرایند قالب‌گیری قطعات فلزی از پودر فلز توسط اعمال فشارهای بالا می‌باشد. پس از عمل فشردن و تراکم پودرهای فلزی، عمل تف جوشی در دمای بالا در یک اتمسفر کنترل شده، انجام پذیرفته که در آن فلز متراکم، جوش خورده و به صورت ساختمان همگن محکمی پیوند می‌خورد. با توجه به گفته‌های بالا تکنیک برتر در متالورژی پودر از mim می‌توان نام برد. در روش MIM قطعاتی که تحت اعمال فشار شکل پذیر نیستند، به صورت تزریق پودر و پلیمر شکل می‌گیرد.

تعریف متالورژی پودر :

متالورژی پودر، فرآیند قالب‌گیری قطعات فلزی از پودرهای فلزی توسط اعمال فشارهای بالا برای دقیق شدن اشکال می‌باشد.

پس از عمل تراکم پودرهای فلزی، عمل سینتر کردن در دمای بالا در یک کوره با اتمسفر کنترل شده انجام می‌شود که در فلز متراکم جوش خورده در حالت سرد به صورت ساختمان همگن محکمی پیوند می‌خورد. خواص فیزیکی ماده متراکم سینتر شده شبیه به خواص فلز سازنده اصلی است. عمل سینتر کردن معمولاً در حدود ۸۰ درصد نقطه ذوب سازنده اصلی انجام می‌گیرد تا امکان چسبیدن ذره‌ها در امتداد فصل مشترک ذره‌های پودر وجود داشته باشد. تراکم فلزات پودر شده در حدیده بوسیله پرس کردن همزمان با سنبه‌های بالای وپا بینی تحت فشارهای حدود ۳۰ تن در اینچ مربع روی آن پرس می‌کنند. از جمله قطعات نمونه‌ای که بوسیله این فرآیند تولید می‌شوند می‌توان ابزار برش، اجزا ماشین، قطعات اتومبیل، فیلترهای متخلخل و مواد مغناطیسی را نام برد.

تکنیک این فرآیند در شکل دادن فلزات با قابلیت انعطاف کم و نقطه ذوب بسیار بالا مانند تنگستن و بسیاری از فلزات دیر گداز دیگر نیز بسیار سودمند و ثمر بخش است. امروزه موارد استعمال اصلی این فرآیند را به پنج قسمت تقسیم می‌کنند.

۱) آلیاژ کردن فلزهای غیر قابل آلیاژ :

عده‌ای از فلزات را که در حالات جامد با مایع بطور دو جانبه محلول نیستند می‌توان بوسیله این فرآیند با یکدیگر ترکیب کرد. این برای صنعت برق که در آن جاروبک‌های موتور از پودرهای مس و گرافیت و نیکل یا تنگستن و مس استفاده می‌شود، اهمیت بسزائی دارد.

۲) ترکیب کردن فلزها و غیر فلزها :

نمونه های از ترکیبات فلز- غیر فلز عبارتند از:

مواد اصطکاکی ساخته شده از مس، آهن، یاتاقانهای بدون روغنکاری ساخته شده از آهن و تفلون و ترکیبات فلز- سرامیک بسیار مقاوم به گرما مانند (Al_2O_3) . ترکیب فلز- سرامیک معمولاً بنام سرامیت معروف است و موارد استعمال زیادی در پمپ های مخصوص عملیات سخت و تجهیزات انرژی هسته‌های پیدا کرده است.

۳) ترکیب کردن فلزهای دارای نقطه ذوب بالا با یگدیگر برای ریخته گری :

نقاط ذوب فلزاتی نظیر تنگستن و مولیبدن بسیار بالا است، به همین جهت ذوب و ریخته‌گری آنها بسیار دشوار می باشد، در صورتیکه همین فلزات بوسیله تکنیک های فلز پودر در پائین تر از نقاط ذوب سینتر می‌شوند. متراکم کردن و سینتر کردن فلزات پودر تنها روشی است که بوسیله آنها می‌توان مواد و اکسیدهای سینتر شده را ساخت.

۴) ساخت فلزات برای خواص ساختمانی بی نظیر :

یکی از خصوصیات بی نظیر فرایند متالورژی پودر اینست که بوسیله آن می توان یاتاقانهائی تولید کرد که بخودی خود روغن کاری می شوند و دارای شبکه خلل و فرج بهم پیوسته که با ماده روغنکاری پر می شود. صافیهای متخلخل نیز که برای نفوذ، جدایش و تنظیم جریان سیال بکار می‌روند، بوسیله این فرآیند ساخته می‌شوند. یکی از خصوصیات مطلوب و منحصر به فرد قطعاتی که بوسیله این فرآیند تولید می شود اینست که از شدت و قدرت ارتعاش می‌کاهد.

۵) تولید اقتصادی قطعات ظریف و دقیق :

برای تولید قطعات اقتصادی و همچنین قطعاتی که از حساسیت بسیار بالایی برخوردار هستند از این فرآیند استفاده می شود. متالورژی پودر روش بسیار خوبی برای تولید اقتصادی بوش ها، بادامکها، چرخ دنده ها و سایر قطعات می‌باشد.

حتی با همه این کشفیات مهم، متالورژی پودر از اختراعات مهم بداند زیرا سالها ست که جامدات و مسنوعات فلزی از پودر های فلزی ساخته می شود. این فرآیند در اروپا در اواخر قرن ۱۸ برای شکل دادن پلاتین به صورت قطعات سود مند به کاررفته است. در حال حاضر این فرآیند برای ساخت قطعاتی به وزن حداکثر ۳۵۰ پوند به کار می رود. حدود ۱۶۰۰ سال پیش ، ستون آهنی معروف واقع در دهلی هندوستان به وزن ۶/۵ تن از ذرات آهنی یا آهنی اسفنجی شبیه به آهن مورد استعمال در فرایند جدید ساخته شد. نخستین مورد استعمال جدید فرآیند متالورژی پودر، ساختن فیلامنت برای لامپ ها بود. نخستین فیلامنت فلزی موفقیت آمیز از تانتالم ساخته شد ولی با کشف کولیدج (Coolidge) در سال ۱۹۰۹ کشف تنگستن سینتر

شده از پودر تنگستن می توانست در فاصله حرارتی معینی کار کرده و قابلیت انعطاش را در درجه حرارت اتاق حفظ کند، مهمترین ماده فیلامنتی شد.

پودر تنگستنی ریز را به صورت بریکت های کوچکی متراکم می کردند که پایین تر از نقطه ذوب تنگستن سینتر می شدند، این بریکتهای سینتر شده در درجه حرارت اتاق شکننده بودند ولی می توانستند تا در ۴۵۳۰ - ۴۸۹۰ فارنهایت بخوبی کار کنند. گرمکاری بعدی قابلیت انعطاف آن را بهبود بخشید تا اینکه مرحله ای رسید که فلز در درجه حرارت اتاق قابل انعطاف بود و می توانست به صورت سیم بسیار نازک و با مقاومت های کششی حدود ψ_{600000} کشیده شود.

پودرهای فلزی :

امروزه پودرهای فلزی برای بسیاری از فلزات معمول و تعدادی از آلیاژها قابل استفاده هستند. فلزات و آلیاژهایی نظیر : آلومینیوم، آنتیموان، برنج، برنز، کادمیم، کبالت، کلمبیم، مس، طلا، آهن، سرب، منگنز، مولیبدن، نیکل، پالادیم، پلاتین، سیلیسیم، نقره، تانتالم، قلع، تیتانیم، وانادیم، روی، کربورها و تنگستن به نحو موفقیت آمیزی به شکل پودر تولید شده اند.

مقدار فلز تهیه شده به صورت پودر ناچیز است ولی ظرفیت کل تولید صنعت فلز کاری را بطور سریع افزایش می دهد. با این وجود، اهمیت پودرهای فلزی و مصنوعات آنی که از پودرها تهیه می شوند در مقایسه با ظرفیت تولید بسیار زیاد است. احتمالاً بزرگترین رشد مصرف قطعات متالورژی پودر در صنعت اتومبیل سازی بوده است. ۱۰ سال پیش بطور متوسط هر ماشین آمریکایی دارای حدود ۴ پوند قطعه متالورژی پودر بوده است. امروزه همین وسیله ممکن است دو برابر آن مقدار را داشته باشد که روز به روز تقاضای آن نیز افزوده می شود.

بطور کلی، پودرهای فلزی مخصوص ساخت مصنوعات فلزی را بایستی بعنوان مواد اولیه در نظر گرفت و گرنه به خودی خود محصولات نهائی نیستند. به منظور تلف جواب گوئی به نیازهای گوناگون ساخت و خواص فیزیکی، اکثر پودر های فلزی در درجات بسیار مصنوعی می سازند. فرآیندهای تولیدی مختلف نیز به فلز پودر شده خواص متفاوتی می دهند. به عنوان مثال، آهن الکترولیتی دارای خلوص زیادی است که به نوبه خود حصول قابلیت تراکم و خواص مغناطیسی غیر معمول کمک میکند.

آهن کربنیل از ذرات کروی کوچکی تشکیل شده است که آن را برای تولید هسته های الکترونیکی خاص مطلوب می سازد. پودرهای اکسیدی احیا شده خواص متمایزی از قبیل اندازه و تخلخل یکنواخت دارند.

همین طور ذرات آهن مذاب اتمیزه شده نیز خواص بی مانندی از قبیل ساختمان ریخته گی دندریتی ریز و اشکال کروی نامنظم دارند. بنابراین، به منظور جوابگوئی مناسب به نیازهای مصرف نهائی باید پودر فلزی را برای یک مورد استعمال مشخص به دقت انتخاب کرد. در انتخاب آلیاژ بایستی موارد زیر را در نظر داشت :

(۱) آلیاژ مورد نیاز در قطعه تمام شده

۲) خصوصیات مورد نیاز در پودر

بسیاری از پودرهای فلزی برای مصارف خاصی ساخته میشوند، و تولید کنندگان بایستی با توجه به سفارشاتشان سعی کنند که مناسبترین پودرها را تهیه کنند. سازنده نیز به منظور ارزیابی پودرها و فشار تولید به نحو شایسته‌ای آزمایش‌هایش را توسعه خواهد داد. با مطالعه خصوصیات ذیل می‌توان پودرها را از یکدیگر تشخیص داده و تقسیم بندی کرد :

الف) اندازه و توزیع ذرات

ب) شکل ذرات

ج) پروفیل (نیمرخ) سطحی

د) طبیعت جامد، متخلخل یا اسفنجی

ه) اندازه دانه ای داخلی

و) تغییر شکل شبکه‌ای درون هر ذره

ز) وجود ناخالصی

شکل ذرات فلزی ایجاب میکند که مطالعاتی در زمینه اینکه شکل، زاویه ای، شاخه ای، ناموزون و نامنظم یا صاف و گرد است، داشته باشیم. بدیهی است که مطالعه همه عوامل مربوط به پودر فلزی نسبتاً دشوار است و مهارت و تکنیک خاصی لازم دارد. سازنده پودرهای فلزی سعی می‌کنند که همه این خصوصیات را کنترل کرده و تکنیک‌ها را بهبود بخشد تا محصولی که در هر پخت بدست می‌آید یکنواخت و همگن باشد. بعلاوه توسعه مشخصات پودرهای فلزی بایستی بوسیله مطالعه دقیق در زمینه خصوصیات آن آگاهی لازم را کسب کرد. مثلاً بایستی نحوه رفتار پودر را به هنگام عمل بررسی نمود. در حال حاضر در زمینه تعیین خصوصیات پودر فلزی مشکلی وجود ندارد زیرا اکثر مشخصاتی که بوسیله سازندگان مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد توسط وسایل تجربی بسیار دقیقی توسعه پیدا کرده است. بعضی از عواملی را که برای نحوه رفتار هر پودر بسیار پر اهمیتند عبارتند از :

ترکیب شیمیایی :

ترکیب شیمیایی پودر فلزی به پراهمیتی خواص فیزیکی و مکانیکی آنها نیست. با وجود این ترکیب و ناخالصیهای مخصوص تاثیر زیادی بر خصوصیات هر پودر دارند. مهمترین عامل مقدار اکسیژنی است که ممکن است بصورت اکسیدها در پودر یافت شود. اکسیدهای موجود در پودر ممکن است از روش تصفیه یا از طریق سطوح پودر که در انبار یا هنگام استعمال در معرض هوا بوده‌اند وارد پودر شده باشند.

اکسیدهای موجود در پودر فلزی که از طریق تولید کننده ایجاد میشود اکثراً محصول نهایی را ضعیف میکند. لایه های اکسیدی نازکی که هنگام انبار یا استعمال پودر فلزی تشکیل میشود ممکن است هیچ گونه اثر زیان آوری نداشته باشد زیرا پودر ممکن است قابل در هم جوشی سرد باشد و فیلمهای نازک بتواند

بوسیله اتمسفری که هنگام عمل سینتر کردن بکار می رود کاهش یابند. با این وجود، ممکن است وجود هرگونه لایه اکسیدی قابلیت پودر را برای عمل پرسکاری سرد تبدیل به شکلی رضایت بخش کاهش دهد و موجب ترک برداری و گسیختگی آن در شکل پرسکاری سرد شود. همچنین در پودر های آهنی وجود کربن (به صورت سمنتیت)، سلیسیم، گوگرد و منگنز تاثیر زیادی بروی قابلیت پلاستیکی پودرهای آهنی داشته و پرسکاری سرد آنها را دشوار می سازد.

کربن بشکل گرافیت عمل پرسکاری سرد از نقطه نظر روغنکاری ممکن است مطلوب باشد ولی وجود آن به هنگام سینتر کردن موجب تبدیل آن به یک محصول شبیه به فولاد میشود. کربن گرافیتی اغلب بمنظور ساختن آهن سخت تر شبیه به فولاد به پودرهای آهنی افزوده میشود.

ساختار پودرها:

ساختمان پودرها بر خصوصیات نظیر قابلیت پلاستیکی و قابلیت به سردکاری با ساخته شدن بصورت بریکت تاثیر بسزایی دارد. ساختمان پودر بر فشارهای لازم در پرسکاری خصوصیات جریانی و استحکام محصول نهایی موثر است. مطالعه پودر نشان میدهد که ذرات به شکل گوشه دار جامد متخلخل و اسفنجی بلورین شاخه ای سرخص شکل یا به شکل ناصاف با نا منظم نیستند یا هستند. نوع ساختمانی که در هر ساختمانی را که در هر پودر مغین مطلوبست متالورژیست معمولا از تجربیاتی که در ضمن عمل کسب میکند.

خصوصیات جریان:

خصوصیاتی جریانی شامل قابلیت به جریانی شامل قابلیت به جریان یکنواخت ازادانه و سریع بدون محفظه قالب توسط نیروی ثقل می باشد. هرگاه جریان ضعیف باشد لازم است که از سرعت فرایند پرسکاری کاست با فرصت برای ورود پودر کافی بدرون قالب وجود داشته باشد. سرعت جریان هر پودر اکثرا به اندازه ذرات پودر، توزیع، شکل ذره و عاری از هر گونه رطوبت جذب شده حتی بقادیراندک بستگی دارد.

وزن مخصوص ظاهری:

چگالی (وزن مخصوص) ظاهری وزن حجم معینی از پودر غیر متراکم است و معمولا بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب بیان میشود. وزن مخصوص ظاهری یک عامل بسیار مهم موثر بر نسبت تراکمی است که برای فشردن پودر هرگاه چگالی ظاهری پودر مفروضی یک سوم چگالی مورد نیاز باشد. بنابراین سه برابر حجم پودر برای ایجاد حجم معینی لازم خواهد بود، یعنی پودر سبک وسست در محفظه حدیده بایستی ۲ اینچ باشد. بدیهی است که یک پودر با چگالی ظاهرش کم به حرکت خطی تراکمی طولانی و حدیدههای نسبتا عمیق تری لازم دارد، یک قطعه برشکاری شده با اندازه و وزن مخصوص معین بدست آید.

اندازه ذرات (Partical size):

اندازه ذرات یکی از مهمترین خصوصیات هر پودر محسوب میشوند. معمول ترین روش اندازه گیری هر ذره پودر فلزی عبور دادن پودر از درون غربالهایی است که در هر اینچ خطی تعداد مشهای مشخصی دارند. در

عمل غربال کردن، اندازه ذرات بوسیله غربالهایی دارای سوراخهای مربع شکل و بافتی استاندارد که اندکی از ذرات بروی آنها باقی خواهد ماند اندازه گرفته میشوند.

تولید پودرهای فلزی:

روشهای مهم عمده ای که در تهیه پودرهای فلزی بکار میروند عبارتند از :
پودر سازی مکانیکی بوسیله آسیاب ساچمه های ته نشینی سازی الکترونی اتمیزاسیونی و احیاء گازی و سایر روشهایی که کمتر معمولند عبارتند از :

تراکم بخاری، فرایند کربنیل، گلوله سازی، رسوب دهی شیمیایی، تراشکاری و حبه ای کردن بوسیله به هم زدن شدید در خلال انجماد. روشهای مهم تولید پودرهای فلزی همراه با خصوصیات ویژه پودرهای تهیه شده بوسیله این روشها را مورد مطالعه قرار خواهیم داد.

پودر سازی مکانیکی :

بوسیله پودر سازی مکانیکی مانند آسیا کردن، یا سنگ زدن در آسیاهای گلوله ای میتوان پودرهای فلزی تقریباً با هر درجه ریزی از فلزات شکننده یا چکشخوار تهیه کرد. ذرات پودرهای که از فلزات شکننده تهیه میشوند دارای شکل نامنظم و گوشه دار هستند.

ذرات کربو تنگستن را میتوان بدین روش بصورت پودر در آورد. بعضی از فلزات چکشخوار نظیر آلومینیوم و برنز همراه با یک ماده روان کننده برای تشکیل ذرات پولکی شکل آسیا میشود. بطور کلی این پولکها برای قالبگیری مناسب نیستند ولی برای قطعات و ماده روان کننده از در هم جوشی پولکها به یکدیگر جلوگیری میکند. ادامه عمل سنگ سزنی در یک آسیا ممکن بعلت ایجاد پودر ریز نه عمل تراکم کمک کند، ولی با این وجود علت سخت شدن محصول قبل از تراکم انجام عمل باز پخت را اجتناب ناپذیر می سازند.

اتمیزه کردن (ذره ای کردن) :

روش اتمیزه کردن اکثراً برای فلزاتی بکار میرود که نقاط ذوب پائینی داشته باشند مانند قلع، سرب، روی، برنج، برنز و آلومینیوم. این فرآیند برای پودرهای آهن بسیار خالص نیز بکار میرود. هنگام اتمیزه کردن فلزات مذاب به درون یک روزنه کوچکی رانده میشود و در جریانی از هوا بخار یا گاز بی اثر متراکم خرد میشود. پودرهای که در این فرآیند تهیه میشود به شکل قطرات اشک نامنظم و یا اینکه بصورت ذرات کروی میباشد، که به کشش سطحی ماده بستگی دارند. اندازه ذره ها و تغییرات قابل توجه ای دارند و تابع طرح روزنه، دما، ویسکوزیته و سرعت جریان فلز و فشار دمای گاز می باشد.

ذرات اتمیزه شده بوسیله یک سیستم مکش جمع اوری میشود و در کیسه هایی ته نشین میشوند. برای قطعات ساختمانی، پودرهای اتمیزه شده مس، نیکل و آهن را اکسیده کرده و سپس تا ریزی دلخواه پودر نموده و در پایان فلز در یک گاز احیا کننده نظیر هیدروژن احیاء می کنند.

احیای گازی :

احیا گازی ترکیبات فلزی کی از مناسب تری و اقتصادی ترین روش تهیه پودرها برای قطعات ساختمانی است. این روش تهیه پودر مورد استعمال وسیعی دارد زیرا در این روش کنترل خواص پودر به نحو عالی امکان پذیر است. در این فرآیند، اکسیدهای تولید شده با منو اکسید کربن یا احیاء شده و بعدا پودر احیاء شده دانه بندی میشود. هرگاه اکسیدها قبل از احیاء درجه بندی شوند، میزان یکنواختی بدست آمده در پودر احیاء شده بیشتر است. ذراتی که بوسیله احیاء اکسید تهیه میشوند دارای طبیعت اسفنج مانند بوده و برای قالبگیری بسیار مطلوبند.

ته نشینی سازی الکترولیتی :

ته نشینی سازی یا رسوب دادن الکترولیتی برای تهیه پودرهای بسیار خالص بویژه مس و آهن بکار میرود. فرآیند الکترولیتی اقتباسی اسلیت از روکسگری الکترولیتی شروع میشود. (الکترو پلتینگ و با تولید یکی اند (بوسیله ریخته گری در حالت مس، یا نورد گردن در حالت آهن). چگالی جریان، درجه حرارت، نوع الکترولیت و دوران (سیرکولاسیون) همه و همه بر نوع فلز سوب یافته بر روی کاتد موثرند این رسوب ممکن است ماده ای نرم و اسفنجی یا اینکه فلزی سخت و شکننده باشد. بطور کلی پودرهای که از روش ته نشینی سازی الکترولیتی سخت و شکننده ایجاد میشود برای کارهای قالبگیری مناسب نیستند. بعد از آنکه رسوب فلزی متخلل بر روی کاتد با ضخامت مورد نظر تشکیل شد آن را می شویند تا محلول الکترولیت ان رفع شود، خشک کرده و سپس تا اندازه مورد نظر آسیا می کنند و بر روی ان یک عمل احیاء باز پخت انجام میدهند. غربال کردن و مخلوط کردن پودر، فرآیند را تکمیل میکنند. پودر الکترولیتی حاصله بسیار خالص و نرم است و شکل ذره های دندریتی است.

تراکم پودرهای فلزی :

تراکم پودر های فزی در تولید قطعات فلزی پودر، مرحله بسیار مهمی است. علاوه بر ایجاد شکل لازم، عمل تراکم بر عمل سینتر کردن بعدی نیز موثر است و تا حد زیادی خواص محصول نهائی را تحت نفوذ خود دارد. امروزه روشهای تراکم مختلف هنگام کاربرد شامل تراکم قالبی سرد و گرم، پرسکاری همسان (ایزو استاتیک)، ریخته گری لغزشی، ریخته گری گریز از مرکز و نورد کاری می باشد. عمل تراکم سرد (در درجه حرارت اتاق) اکثراً برای قطعات با تولید بالا به کار می رود. مطلب مهم اینست که اکثر عملیات تراکم در درجه حرارت اتاق در درون قالبهای از جنس فولاد انجام می گیرد. قالب با فلز پودر شده و مخلوط شده پر می شود و سپس فشار وارد میکند.

مزایای استفاده از روش متالورژی پودر :

دلایل استفاده از روش متالورژی پودر نسبت به سایر روشهای تولید عبارتند از قیمت تمام شده پائین، شکل دهی دقیق، بالا بودن آهنگ تولید و قابل کنترل بودن خواص مورد نظر در قطعه است.

تداوم رشد فناوری متالورژی پودر را می‌توان به عوامل زیر وابسته دانست :

- ۱) تولید انبوه قطعات دقیق و با کیفیت بالا از آلیاژهای آهنی
- ۲) دستیابی به قطعاتی که فرایند تولیدشان دشوار بوده و باید کاملاً چگال و دارای ریز ساختار یکنواخت(همگن) باشند.
- ۳) تولید اقتصادی آلیاژهای مخصوص، به ویژه مواد مرکب محتوی فازهای مخلوط، که در اغلب موارد با بهره‌گیری از فرایندهای افزایش چگالی تولید خواهند شد.
- ۴) تولید مواد غیر تعادلی از قبیل آلیاژهای غیر بلوری، ریز بلور و آلیاژهای ناپایدار.
- ۵) ساخت قطعات پیچیده که شکل و یا ترکیب منحصر به فرد و غیر معمول دارند.

روش تولید	مزایا در مقایسه با متالورژی پودر	معایب در مقایسه با متالورژی پودر
شکل دهی سرد	تر بودن تولید، بالاتر بودن استحکام، پرداخت سطحی خوب	دقت پائین، کوتاه‌تر بودن عمر ابزارها، محدود بودن مواد
حدیده کاری	تولید قطعات بلند، صافی سطح، سرعت تولید	ثابت بودن سطح مقطع قطعه، پائین‌تر بودن دقت، انرژی مصرفی بالا، بدون پله بودن قطعات، کوتاهی عمر ابزارها
پرس ورق	تخت بودن سطح، دقت بالا، آهنگ تولید بالا، تولید قطعات دارای سطح بزرگ، موقعیت دقیق نقش‌ها	تولید قطعات دارای یک ارتفاع و تنها نازک، محدود بودن تنوع مواد، ضایعات، خشن بودن لبه‌ها، مشکل بودن ایجاد نقش در اندازه‌های کوچک
ریخته‌گری	گسترده بودن دامنه کاربرد، امکان تولید قطعات کوچک تا بزرگ، پائین بودن هزینه‌های آماده‌سازی، پائین بودن هزینه ابزار بندی	برای دیر گدازها مناسب نیست، وجود ترشحات فلزی چسبیده به سطح، وجود خط جدایش، ناهمگنی، تخلخل، نقائص و نیاز به بازیابی مواد راه گاه و مجاری مذاب رسانی
شکل دهی گرم	بالا بودن خواص مکانیکی، تولید قطعات بزرگ و پیچیده، سرعت تولید بالا، سهولت جریان ماده	ترشحات فلزی و ضایعات، کنترل ضعیف ابعادی، ناخالصی‌های غیر فلزی و نقائص فنی، سایش سریع ابزارها
ماشین کاری	کاربرد برای رقیب به اتفاق کلیه انواع مواد و شکل‌ها، قابلیت استفاده برای اندازه‌های متفاوت، دقت بالا، کوتاه بودن زمان مرده، عدم نیاز به ابزار شکل دهی، قابلیت تولید در حجم کم	ضایعات زیاد، بهره‌وری کم، غیر یکنواختی خواص، هزینه زیاد، نیروی انسانی زیاد

فرآیند متالورژی پودر

