



اصول و مبانی ساخت براكتهای ارتودنسی

به روش قالب‌گیری تزریقی پودر فلزی

تدوین و تألیف: دکتر حمید خرسند - دکتر مسعود مرادجو

سرشناسه: حمید خرسند ، ۱۳۵۲ ، مسعود مرادجو ، ۱۳۷۰
عنوان: اصول و مبانی ساخت براکت‌های ارتودنسی به روش قالب‌گیری تزریقی پودر فلزی
تدوین و تألیف : حمید خرسند ، مسعود مرادجو
ویراستار ادبی: مریم زری باف
مشخصات نشر: تهران، استادان قلم، ۱۴۰۰
مشخصات ظاهری: ۱۸۴ صفحه، مصور، ۲۴×۱۷ س.م
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۷۶۹۶-۱-۴
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
شناسه افزوده : مرادجو، مسعود، ۱۳۷۰
موضوع: فلزها- قالب سازی تزریقی *Injection molding of metals*
موضوع: متالورژی پودر فلز *Powder metallurgy*
موضوع: براکت ها (دندانپزشکی) *Brackets(Dentistry)*
رده‌بندی کنگره : TS ۲۴۵
رده‌بندی دیویی: ۶۷۱/۳۷
شماره کتاب‌شناسی ملی: ۸۴۴۵۹۸۰

انتشارات استادان قلم



نام کتاب: اصول و مبانی ساخت براکت‌های ارتودنسی به روش قالب‌گیری تزریقی پودر فلزی
تدوین و تألیف: دکتر حمید خرسند ، دکتر مسعود مرادجو
انتشارات: استادان قلم
مدیر مسئول: مریم زری باف
نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۰
شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
طراحی جلد: هادی عسگری
ویراستار ادبی: مریم زری باف
لیتوگرافی و صحافی: پاپیروس
حروف‌چین و صفحه‌آرا: مریم سفالگر
قیمت: ۹۵۰۰۰۰ ریال
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۷۶۹۶-۱-۴

(کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است و هرگونه نسخه برداری پیگرد قانونی دارد.)

تلفن مرکز بخش کتاب: - ۰۹۱۲۳۱۷۷۹۶۸

پیش گفتار

علوم میان رشته‌ای مفهوم نسبتاً جدیدی در آموزش عالی ایران است. این رشته‌ها پلی میان دو، سه و یا چند رشته است که یکی از اهداف این رشته‌ها کاربردی تر شدن علوم است. تعامل میان علوم ریاضی و مهندسی از یک سو و علوم پزشکی و دندانپزشکی از سوی دیگر به ظهور آن دسته از رشته‌های جدید تحصیلی انجامیده که پیش از این حتی تصور آن نیز غیر ممکن به نظر می‌رسید. گسترش رشته‌های میان رشته‌ای، یک نیاز و ضرورت مهم برای آموزش عالی امروز ایران است زیرا این رشته‌ها چون جنبه کاربردی بیشتری دارند، فارغ التحصیلان آنها می‌توانند از مهارت‌های بیشتری نسبت به سایر فارغ التحصیلان دانشگاهی برخوردار شوند و همین موضوع به این دسته از افراد در یافتن شغل‌هایی متناسب با رشته‌های تحصیلی‌شان کمک می‌کند. از این رو وزارت علوم نیز گسترش رشته‌های میان رشته‌ای مانند مهندسی پزشکی را یکی از سیاست‌های خود اعلام کرده است. رشته مهندسی پزشکی همان طور که از نام آن پیداست، در حقیقت برای ایجاد یک پل بین رشته‌های مهندسی (به طور خاص الکترونیک، مکانیک، کامپیوتر و مواد) و رشته‌های پزشکی و دندانپزشکی ایجاد شده است. با توجه به خلأ موجود در کشور در خصوص تولید مواد و محصولات پزشکی و دندانپزشکی تصمیم گرفتیم ضمن جمع‌آوری استانداردها و ملزومات مورد نیاز این نوع محصولات در این کتاب به تشریح روش‌های تولید براکت‌های ارتودنسی به کمک فرآیند قالب‌گیری تزریقی پودر فلزی بپردازیم.

یکی از روش‌های شکل‌دهی در مهندسی پودر روش قالب‌گیری تزریقی پودر فلزات می‌باشد. تلفیق روش قالب‌گیری تزریقی با استفاده از پودر فلزات موجب پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در نحوه و کیفیت تولید قطعات حساس و پیچیده در صنایع مختلف پزشکی و دندانپزشکی شده است. در واقع یکی از بزرگترین موفقیت‌های

روش قالب گیری تزریقی پودر فلزات در صنعت دندانپزشکی با ورود آن به ساخت براکت های فلزی در ارتودنسی حاصل شد. این براکت ها در گذشته تنها به روش ریخته گری گریز از مرکز ساخته می شدند. اما نیازهای جدید علم ارتودنسی این گونه ایجاب می کرد که براکت ها کوچکتر، با ضخامت کمتر و لبه های گرد تولید گردند.

بنابراین تولید کنندگان در ساخت براکت های ارتودنسی به روش قالب گیری تزریقی پودر فلزی روی آوردند. در روش قالب گیری تزریقی پودر، مواد با یک مجموعه ماده پلیمری مخلوط شده و یک توده قابل تزریق به وجود می آید که آن فیداستوک یا همان لقمه اولیه نامیده می شود. فیداستوک حاصل توسط ماشین های تزریق، تزریق شده و قطعه خام تشکیل می شود. پس از تزریق، قطعه خام بایندر زدایی شده و ماده پلیمری (چسب) موجود در قطعه خارج می شود. سپس قطعه به منظور افزایش استحکام و خواص مکانیکی مطلوب توسط کوره هایی با اتمسفر کنترل شده تحت فرآیند تف جوشی قرار می گیرد. فرایند قالب گیری تزریقی پودر فلز برای ساخت قطعه هایی از جنس فولاد زنگ نزن با ابعاد بسیار کوچک و اشکال پیچیده، بسیار با ارزش است. تمامی قطعه های بیومکانیکی در صنایع ظریف پزشکی، دندان پزشکی و جراحی که نیاز به استحکام، مقاومت در برابر خوردگی، شرایط سطحی و سازگاری محیطی دارند و قطعات حساس الکترونیک و هوافضا توسط این فرایند ساخته می شوند. در این کتاب اصول و مبانی ساخت براکت های ارتودنسی به روش قالب گیری تزریقی فلزات هم چنین سایر ملزومات و استانداردهای لازم جهت تولید این قطعات، مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. عموماً فرایند قالب گیری تزریقی پودر فلزی به آسانی برای تولید انبوه قطعات کوچک، ظریف، پیچیده و با دقت بالا که اغلب نیازی به ماشین کاری و عملیات پرداخت بعدی ندارند به کار گرفته می شود. در این فرایند اتلاف ماده ناچیز است و می توان از مواد و مخلوط های غیر معمول

استفاده کرد. همچنین میزان تخلخل و نفوذپذیری قطعه قابل کنترل است. زمینه کاربرد عمده این فرایند در تولید قطعاتی است که نسبت به دیگر روش ها از سودآوری بیشتری برخوردار بوده و یا ایجاد خواص و ویژگی های مطلوبی است که دستیابی به آن با روش های دیگر تولید دشوار است. از آن جایی که تا کنون هیچ شرکت ایرانی موفق به ساخت کامل براکت ارتودنسی نشده است هدف از نگارش این کتاب بررسی عوامل و متغیرهای تاثیر گذار در ساخت براکت های ارتودنسی به روش قالب گیری تزریقی پودر فلزی به منظور شناخت و ترغیب مهندسان به تولید این محصول می باشد. در فصل اول این کتاب به معرفی براکت های فلزی ارتودنسی و در فصل دوم به مجموع استانداردهای الزامی و شرایط محیطی تولید پرداخته ایم. همچنین در فصل های سوم و چهارم روش های تولید و مقایسه انواع روش های تولید مورد بحث و بررسی قرار گرفته است، و در فصل پنجم دستورالعمل توزیع، عرضه و مصرف تجهیزات پزشکی و دندانپزشکی آورده شده است.

امیدواریم که تالیف این کتاب بتواند نقشی کوچک در پاسخگویی به نیازهای بسیاری از علاقمندان به ویژه مهندسين حوزه متالورژی و علم مواد، دانشجویان دندانپزشکی و متخصصین ارتودنسیست و همه کسانی که علاقه به بررسی و فهم مکانیزم های ساخت تجهیزات دندانپزشکی دارند داشته باشد. همواره نظر و پیشنهاد و انتقادات ارزنده شما ، باعث پیشرفت و تکمیل دانش ما شده است. از این رو مشتاقانه منتظر ارسال ایده ها و پیشنهادات شما عزیزان در خصوص این کتاب هستیم.

دکتر حمید خرسند - دکتر مسعود مرادجو

تابستان ۱۴۰۰

فهرست مطالب

مقدمه.....	۱۰
۱-۱ فناوری MIM در تولید براکت های ارتودنسی.....	۱۰
۲-۱ معرفی انواع براکت های فلزی ارتودنسی.....	۱۳
۱-۲-۱ مزیت های براکت فلزی.....	۱۳
۲-۲-۱ معایب براکت فلزی.....	۱۵
۳-۱ انواع براکت های ارتودنسی (فلزی، سرامیکی، پشت دندانی، دیمون).....	۱۶
۱-۳-۱ براکت های فلزی.....	۱۶
۲-۳-۱ براکت های ویازیس.....	۱۶
۳-۳-۱ براکت دیمون.....	۱۷
۴-۳-۱ براکت های لینگوال.....	۱۸
۵-۳-۱ براکت های سرامیکی.....	۱۸
فصل دوم: ملزومات و استانداردهای اختصاصی مرتبط با تولید براکت های ارتودنسی.....	۲۰
۱-۲ شرایط تولید خوب (GMP).....	۲۰
۲-۲ کنترل بار میکروبی موجود بر روی دست کارکنان و سطوح کار.....	۲۱
۳-۲ کنترل بار میکروبی هوای مناطق کنترل شده تولید.....	۲۱
۱-۳-۲ کنترل میکروبی آب در تماس با محصولات پزشکی.....	۲۲
۴-۲ کنترل میکروبی محصولات تولید شده آماده برای استرلیزاسیون.....	۲۳
۵-۲ بررسی زیست سازگاری محصولات پزشکی.....	۲۵
۶-۲ بررسی بالینی محصولات پزشکی.....	۲۶
۷-۲ انواع روش های بررسی و ارزیابی بالینی.....	۲۶
۸-۲ مدیریت میکروبیولوژی و GMP.....	۲۷
۹-۲ ساختمان ها و تسهیلات بخش تولید.....	۳۵
۱-۹-۲ دیوارها و کف ها و سقف ها.....	۳۶
۱۰-۲ روشنایی.....	۴۷

۴۷	۱۱-۲ تهویه فیلتر اسیون هوا گرمایش و سرمایش
۵۱	۱-۱۱-۲ لوله کشی
۵۲	۲-۱۱-۲ سیستم فاضلاب
۵۳	فصل سوم: اصول و مبانی تولید براکت های ارتودنسی فلزی
۵۳	۱-۳ مقدمه
۵۵	۲-۳ ویژگی های بایندر در فرایند قالب گیری تزریقی پودر فلز
۵۸	۱-۲-۳ انواع بایندر
۶۲	۳-۳ پودر فلزی
۶۶	۴-۳ نسبت پودر فلزی به بایندر پلیمری در ترکیب فیداستوک
۷۲	۵-۳ مخلوط سازی و تهیه فیداستوک
۷۳	۶-۳ بررسی خواص رئولوژیکی فیداستوک
۷۸	۷-۳ شرایط و متغیرهای فرایند تزریق فیداستوک به درون قالب
۷۹	۸-۳ دستگاه تزریق
۸۱	۹-۳ مراحل فرایند تزریق
۸۲	۱-۹-۳ حرکت های پنج گانه دستگاه تزریق
۹۳	۱۰-۳ شناسایی عیوب تزریق
۹۴	۱-۱۰-۳ ویژگی های قالب تزریق
۹۸	۱۱-۳ بایندر زدایی
۹۹	۱-۱۱-۳ بایندر زدایی حرارتی
۹۹	۲-۱۱-۳ بایندر زدایی حلالی
۱۰۰	۳-۱۱-۳ بایندر زدایی حلالی فوق بحرانی
۱۰۱	۴-۱۱-۳ بایندر زدایی کاتالیستی
۱۰۲	۵-۱۱-۳ تجهیزات فرایند بایندر زدایی
۱۰۴	۶-۱۱-۳ چرخه فرایند بایندر زدایی
۱۰۵	۱۲-۳ تف جوشی
۱۰۹	۱-۱۲-۳ تف جوشی فاز مایع
۱۰۹	۲-۱۲-۳ کنترل اتمسفر کوره حین فرایند تف جوشی