

MIM-технология в ортодонтии: история, этапы, преимущества

Эпоха до MIM и начало новой эры

Изначально металлические ортодонтические брекететы в основном производились методом отливки и фрезеровки. Но качество производимых таким путем брекетов оставляло желать лучшего. Для его повышения производители брекет-систем начали использовать инновационную технологию **инжекционного порошкового формования металлических изделий** (Metal Injection Molding, MIM, читается как МИМ).

MIM-технология была разработана в конце 70-х годов прошлого века американским специалистом Dr. Raymond Wiech Jr. на смену порошковой металлургии, обеспечивающей недостаточную плотность материала и потерю прочностных характеристик, и представляла собой симбиоз последней и технологии литья. В 1979 году компания Parmatech Corp. успешно изготовила с применением MIM-технологии крепеж для самолета Boeing 707/727 и распорную систему ракетного двигателя Rocketdyne. В настоящее время детали, производимые по этой технологии, используются в самых разных отраслях промышленности, в том числе и в ортодонтии. Компания Ormco первой стала использовать MIM-технология для производства самолигирующих брекетов.

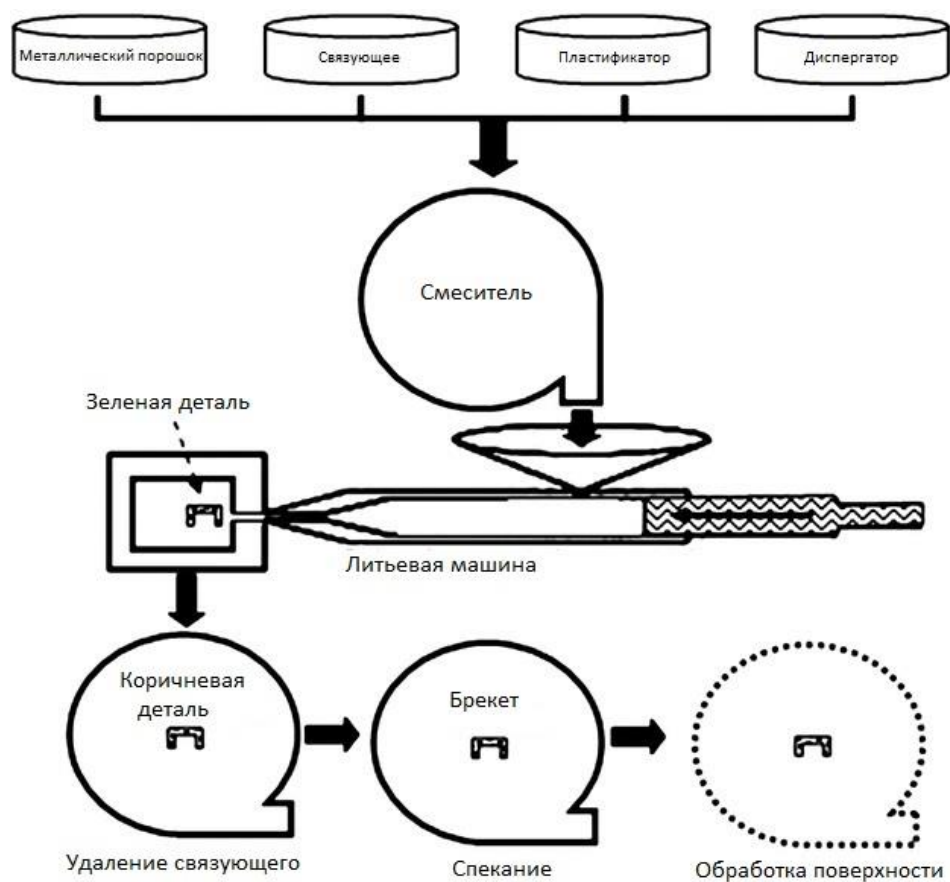
Технологический процесс инжекционного порошкового формования (MIM)

1. В качестве сырья используются металлический порошок и связующие вещества. Порошок практически любых металлов со средним размером частиц 5-20 мкм: стали, никеля, кобальта, титана, меди и пр. Выбор связующего вещества, обеспечивающего получение необходимых характеристик, до сих пор считается искусством. Как правило, в роли связующего материала используются воск, термопластичная смола и пр., и оно составляет 10-20% от веса смеси. Все компоненты смеси тщательно перемешиваются до образования однородной смеси – фидстока. Любая даже незначительная ошибка в пропорциях получаемой смеси может негативно отразиться на качестве получаемого изделия.
2. Фидсток загружается в бункер термопластавтомата (литьевой машины) и при нагревании до 170-200°C происходит расплавление полимерного связующего с образованием единой массы. Затем производится впрыск под давлением расплавленного фидстока, который заполняет нагретую до 125-145°C пресс-форму. Впоследствии происходит охлаждение и затвердевание материала под давлением с получением первичной заготовки, которую называют «зеленой». Очень важно не допустить неточностей в расчетах при проектировании и изготовлении пресс-формы. Также важно учитывать усадку изделия, которая в зависимости от связующего вещества составляет до 30% от объема «зеленой» детали и происходит равномерно по всему объему детали.
3. На следующем этапе из «зелёной» заготовки удаляется связующее вещество. Оно экстрагируется с помощью растворителя или выгорает в печи в атмосфере инертного газа и

паров азотной кислоты при температуре 110-140°C. Полученная заготовка, называемая «коричневой», сохраняет размеры и обладает пористой структурой.

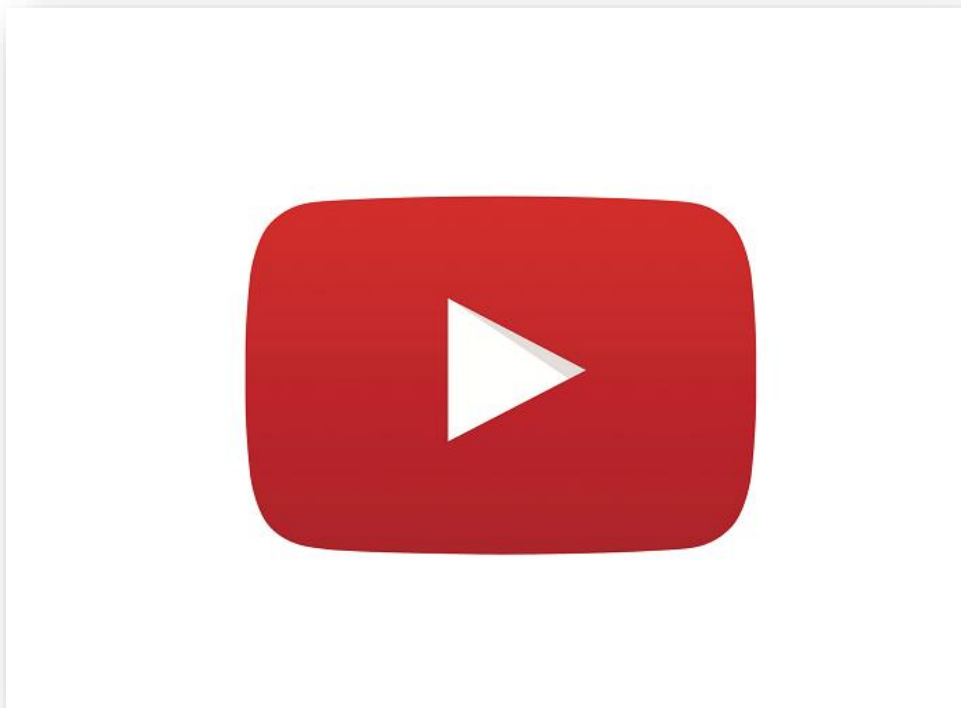
4. Заключительным этапом является спекание «коричневых» заготовок в вакуумной печи при температурах более 1200°C. При спекании происходит уплотнение материала за счет слияния частиц и устранения пор. В результате получают детали с точными заданными размерами и плотностью выше 97% от теоретической плотности материала.

Схема процесса производства по MIM-технологии



Видео процесса производства детали по MIM-технологии

Кликните на изображение ниже, чтобы посмотреть онлайн-видео, наглядно демонстрирующее технологический процесс производства изделия или детали методом Metal Injection Molding.



Преимущества MIM-технологии

Немного цифр, наглядно демонстрирующих преимущества данной технологии, вы найдете в таблице ниже. А под таблицей мы опишем, что эти цифры означают.

	MIM-технология	Механообработка	Высокоточное литье	Порошковая металлургия
Масса, г	0,01 – 200	1 – 10'000	1 – 1'000	5 – 2'500
Допустимое отклонение, %	0,3 – 0,5	≤0,1	0,5 – 1,0	0,1
Плотность, %	98 – 99	100	99	92
Мах прочность, %	≥95	100	≥95	70
Толщина стенки, мм	0,3 – 10	1 – 100	2 – 20	2 – 20
Шероховатость поверхности, мкм	1	0,2 – 4	5	2 – 5
Разнообразию материалов	Большое	Большое	Небольшое	Среднее
Сложность	Высокая	Высокая	Средняя	Низкая
Производительность	Высокая	Низкая	Средняя	Высокая

Т.е., проще говоря, MIM-технология является идеальным вариантом для производства большого количества качественных изделий разнообразной формы.

Благодаря ей стало возможным производить детали:

- серийно
- сложной формы
- из широкого спектра металлов
- с высокими показателями точности (0,3-0,5%)
- с высокими показателями воспроизводимости
- с минимально возможной толщиной сечения стенки (до 0,3 мм)
- высокой плотности (до 99%).

При этом доступно множество вариантов последующей обработки поверхности.

Инжекционное порошковое формования металлических изделий (MIM) позволяет использовать в производстве брекетов любой сплав для придания ему заданных характеристик: прочности, эластичности, устойчивости к коррозии и многих других, а также получить максимально точные размеры функционально важного паза.

В компании Ormco вся продукция изготавливается из высококачественных материалов с соблюдением технологии и проходит самый строгий контроль качества на разных этапах производства. Размеры наших брекетов идентичны от партии к партии, что делает их предсказуемым и надежным помощником врача-ортодонта.

[Читайте больше статей на образовательном портале orthodontia.ru](http://orthodontia.ru)