

Рабочий план по МИМ-технологии

Описание метода:

МИМ-технология основана на сочетании двух широко используемых методов - технологии впрыскивания термопластов и обычной порошковой металлургии. При проектировании формы для МИМ-технологии важно учитывать усадку изделия, которая в зависимости от связующей системы представляет собой до 30% от первоначального объема детали.

Исходное сырье для МИМ-технологии представляет собой смесь связующего вещества и мелкого металлической порошка, так называемый feedstock. Металлический порошок получают путем распыления металла, размер частиц из металла колеблется от 5 до 20 мкм. Связующее составляет примерно от 10 до 20% веса смеси. Связующий компонент образует полимер, и от его вида зависит удаление связующего. Связующее нагнетанием и смешиванием связано с порошком и полученный продукт гранулируют.

В обогреваемом впрыскиваемом устройстве пресса проходит пластификация сырья под действием трения и температуры 150-200 °С. Расплавленный материал впрыскивают через сопло в томленную формовку. Охлажденное изделие удаляют из формовки. Хрупкое изделие в этой стадии процесса называется «green body».

Существуют четыре основных вида выжигания: термическое разложение связующего, каталитическое разложение связующего, растворение связующего и гелеобразование с последующим испарением связующего. Этим шагом происходит удаление большей части связующего и изделие на этой стадии называют "brown body".

Последним шагом процесса является спекание, что приводит к вторичному удалению связующего, к формированию шейки между частицами металла и к усадке внутренних поров, которые являются остатком после выжигания. Спекание осуществляется в контролируемой атмосфере (азот, водород, аргон) и температура спекания находится на точке плавления металла.

Преимущества метода:

Технология МИМ соединяет преимущества порошковой металлургии с преимуществами литья под давлением и механической обработки. Большое количество мелких деталей с дорогостоящей технологией производства, которые нельзя изготовить обычными технологиями, как например, фрезерование, точение, можно реализовать технологией МИМ.

Технология МИМ предлагает максимальную заложенную точность воспроизведения. Это значит, что такие параметры как соблюдение размеров, твердость, механические свойства будут гарантированы также и при выпуске большого количества деталей. Изменения свойств деталей легко реализуемы путем изменения состава исходного порошка.

Преимущества по сравнению с обычной техникой горячего прессования:

- большие возможности формования
- высокая плотность элементов
- лучшие механические и физические свойства

Преимущества по сравнению с прецизионным литьем:

- существенно более точные допуски изготовления
- лучшее качество поверхности
- возможность изготовления более тонкостенных деталей и меньших отверстий
- лучше для серийного производства

Ограничения метода:

1. Из-за высокой цены на литевную форму необходимо знать точные размеры готового изделия.
2. Из-за большой плотности вольфрама и его сплавов максимальные размеры заготовки не могут быть больше $60 \times 50 \text{ мм}^2$.

План:

Этап 0:

В январе 2020 года был успешно выполнен этап по проверке возможности изготовления высокоплотных изделий из вольфрама по MIM технологии. Был изготовлен образец $10 \times 10 \text{ мм}^2$, который обладал шероховатостью Ra 0.8.

Этап 1:

Цель: Отработать режимы получения высокоплотных образцов из вольфрама с необходимыми техническими требованиями по геометрии SPACAL (допуски, шероховатость, плоскостность).

Наименование работ	Сроки	Стоимость	Результат
1. Изготовление литевой формы и образцов $15 \times 20 \text{ мм}^2$ по геометрии SPACAL	01.04.2020-30.05.2020	6500 CHF (500 000 рублей)	10 образцов из сплава ВНЖ размером $15 \times 20 \text{ мм}^2$ с пазами квадратного сечения $1.1 \times 1.1 \text{ мм}^2$ с расстоянием между пазами 0.6 мм, с плотностью более 18 г/см ³ , шероховатостью не более Ra 3.2.

Этап 2:

Цель: Изготовление ячейки или прототипа абсорбера по SPACAL геометрии.

Наименование работ	Сроки	Стоимость	Результат
1. Изготовление литевой формы для изготовления образцов $46.5 \times 50 \text{ мм}^2$ или $60 \times 50 \text{ мм}^2$ по геометрии SPACAL	01.06.2020-30.08.2020	13000 CHF (1 млн. рублей)	Литевая форма для изготовления пластин по геометрии SPACAL.
2. Изготовление пластин $46.5 \times 50 \text{ мм}^2$ или $60 \times 50 \text{ мм}^2$ по геометрии SPACAL	01.09.2020-30.09.2020	6500 CHF (500 000 рублей)	Прототип абсорбера $46,5 \times 46,5 \times 100 \text{ мм}^3$ или ячейка абсорбера $120 \times 120 \times 100 \text{ мм}^3$ с прямоугольными каналами в геометрии SPACAL.