

Национальная академия наук Украины (НАНУ)
Российская академия наук (РАН)
Национальная академия наук Беларуси (НАНБ)
Украинское материаловедческое общество
Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАНУ
Институт высоких температур РАН
Московский Государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана (Россия)
Институт тепломассообмена им. А.В. Лыкова НАНБ
Государственное конструкторское бюро «Южное» (Украина)
ООО «ИНТЕМ» (Украина)

**М
Е
Е
2
0
0
4**

Под патронатом Международной
федерации астронавтики (IAF)

**ТРЕТЬЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

*«Материалы и покрытия в экстремальных условиях:
исследования, применение, экологически чистые
технологии производства и утилизации изделий»*

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Под редакцией академика НАН Украины В.В.Скоророда

13-17 сентября 2004 г.
Кацевели – Понизовка
Автономная республика Крым, Украина

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ ДЕТАЛЕЙ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНО-ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Бизюк В.В., Колодяжный А.В., Мельчакова Н.В.

ИПМаш НАН,

ул. Дм.Пожарского, 2/10 Харьков, 61046, Украина

Телефон: (0572) 95-95-93, Факс: (0572) 94-46-35, 94-29-14, root@ipmach.kharkov.ua

Для получения продукции, обладающей всеми функциональными свойствами и являющейся конкурентноспособной на мировых рынках, необходимо применение новых прогрессивных технологий. Это означает, что такие технологии должны быть и экономически выгодные. Известно, что одной из таких технологий является спекание изделий из ПМ. За последние два десятилетия в этой области наметилось два направления. Это получение порошковых материалов сферической (регулярно-выпуклой) формы распылением и значительный прогресс в получении конструктивных металлических порошков аморфной структуры, обладающих хорошей прочностью, пластичностью и широкой гаммой служебных свойств (износостойкость, жаропрочность, коррозионная стойкость и т.п.). Среди таких ПМ имеется класс порошков, являющихся аморфными припоями никелевой группы (никель-медные, например «куниф»- Cu, Ni, Fe, никель-хромовые, например, ВПр 41, ВПр 42, с температурой плавления $T_{пл}=1150^{\circ}\text{C}-1200^{\circ}\text{C}$, $\sigma_{\theta}=480-520$ МПа), обладающие хорошей смачиваемостью, самофлюсующиеся, которые используются в авиационной промышленности.

Нами предлагается технология, состоящая в приготовлении поликомпонентного ПМ из смеси определенных фракций ПМ (конструкционного порошка и припоя), перемешанных до гомогенного состояния, виброзаполнения форм изделия и нагрева таких форм (в печи ТВЧ-генератор или др.) до температуры плавления припоя. При этом порошок припоя смачивает каждую сферическую порошину конструкционного ПМ очень тонким слоем и собирается в зонах касания конструктивных порошин под действием капиллярных сил. Рассмотрев идеальные (по строению) структуры (кубическая, ромбическая и т.д.), а также стохастическую (см. рис. 1), удалось установить геометрические и весовые соотношения конструкционного ПМ и припоя.

Так, если рассматривать кубическую структуру, состоящую из восьми соприкасающихся конструктивных порошин радиуса R , то между ними (касаясь всех восьми) находится сферическая порошина припоя радиуса $r=0,73R$.

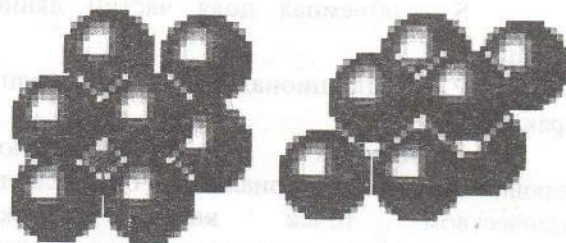


Рис. 1

Оказывается, в объеме, состоящем из описанного куба, таких порошин припоя восемь шт. Отсюда получается весовое соотношение двух фракций 1:0,39, при этом пористость P такой идеальной структуры $P=27\%$ для кубической структуры. Однако, эта структура при таянии припоя становится неустойчивой – каждый шар верхнего слоя опускается в лунку, опираясь на четыре соприкасающиеся порошины конструкционного ПМ, а их центры образуют правильную четырехгранную пирамиду. Таким образом куб со стороной $4R$ переходит в параллелограмм с тем же основанием и высотой $h=3,42R$, сохраняя массу. При этом пористость бикомпонентного материала будет не более $P \leq 17,30\%$.

Дальнейшее уменьшение пористости происходит за счет добавления в многокомпонентный ПМ более мелкой фракции сферического конструкционного материала $r=(0,05...0,10)R$ (для заполнения пор фракции R), при этом можно получить материал с любой заданной пористостью. Объемную долю пустот можно определить по насыпной плотности ПМ или плотности

**СЕКЦИЯ С. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
И СОЕДИНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ,
РАБОТАЮЩИХ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

таблетированных образцов. Для легированных сталей она равна $\rho_{стм} \approx 4,0...4,6 \text{ г/см}^3$.

Объем частиц фракций, входящих в ПМ, определяем по соотношениям [1]:

$$S_1 = \frac{1}{1+V_1}; S_2 = \frac{V_1}{1+V_2}; S_3 = \frac{V_2^2}{1+V_3};$$

$$S_{n-1} = \frac{V_{n-2}}{1+V_{n-1}}; S_n = \frac{pV_{n-1}^{n-1}}{1+V_n},$$

здесь V_n - объемная доля пустот в данной фракции,

S_n - объемная доля частиц данной фракции ПМ,

P - пропорциональная доля последней фракции.

Прочность поликомпонентного порошкового материала определяется количеством точек касания между сферическими конструкционными порошками фракций с наибольшим радиусом R и более мелкими фракциями, а так же радиусами шайб остывшего припоя вокруг точек касания порошин. Для идеальных структур, которые являются (после таяния порошин припоя однокомпонентным ПМ, таких точек будет шесть, две работают на отрыв и четыре – на сдвиг) и в предположении равномерного распределения припоя по точкам касания порошин, можно вычислить радиус этих шайб-галтелей из уравнения, вытекающего из соотношений сферической геометрии:

$$r_m = 0,638R.$$

Однако действительная прочность такого материала определяется экспериментально при статических и динамических (ударных) испытаниях линейных образцов на разрыв.

Таким образом в работе показана возможность получения изделий из поликомпонентного ПМ методом пайки высокопрочными аморфными припоями никелевой группы. При этом чистота изделий, т.е. необходимость механической обработки, определяется точностью изготовления формы (как при точном литье), это могут быть охлажденные лопатки ГТД, самосмазывающиеся элементы шарикоподшипников и другие изделия с большим объемом механообработки

Литература:

1. Самойлов В.М., Дренова Е.И., Самойлов Д.В. Расчет гранулометрического состава полидисперсного порошкового наполнителя, обеспечивающего максимальную плотность упаковки частиц.-Порошковая металлургия.1995, №3/4,- стр.24-28.
2. Колодяжний А.В. Объемная пайка.-К.: Вісник інженерної академії України,-2000, 337с.
3. Колодяжний А.В., Мельчакова Н.В. Определение механических характеристик биметаллической композиции порошкового материала в технологии объемной пайки. – Современные проблемы машиностроения. Конференция молодых ученых и специалистов. Харьков: ИПМаш НАН Украины. 2003, - стр. 5.