

УДК 622.24.051
АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ МЕХАНОТЕРМИЧЕСКОМ
ФОРМИРОВАНИИ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

С.В.МОНТИК
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

Использование биметаллических изделий, состоящих из твердосплавной рабочей части и стального основания, позволяет снизить расход дорогостоящего твердого сплава. Для изготовления биметаллических изделий возможно использовать электроконтактное механотермическое формирование (МТФ), которое заключается в спекании порошка твердого сплава и получением монолитного соединения его со сталью за счет выделения теплоты при пропускании электрического тока и формирующего давления.

Для получения биметаллических (твердый сплав – сталь) зубков формы Г26 по ГОСТ 880-75 с полусферической головкой ранее рекомендовалось применять одностадийное МТФ в керамической форме с использованием медного электрода-пуансона. Однако проведенные исследования показывают, что биметаллические зубки, изготовленные данным методом, имеют низкую твердость и высокую пористость в поверхностных слоях твердого сплава (использовались твердые сплавы ВК8-В, ВК10-КС, ВК11-ВК по ГОСТ 3882-74), что недопустимо. Это можно объяснить тем, что при данной технологии МТФ в поверхностных слоях твердого сплава не происходит жидкофазное спекание из-за низкой температуры вследствие малого времени МТФ или теплоотвода в медный электрод-пуансон.

Целью исследований является исследование температурного поля в твердосплавной части биметаллического зубка при МТФ для проверки данных предположений и разработка технологии электроконтактного МТФ, позволяющей изготавливать биметаллические изделия сложной формы. Поскольку размеры биметаллического зубка соизмеримы с размерами отверстий, необходимых для введения термопар, то экспериментальные исследования дают лишь качественную оценку распределения температуры. Была сделана попытка проведения аналитических исследований распределения температуры в твердосплавной прессовке при прохождении через нее тока во время МТФ с помощью математической модели.

Для описания температурных полей в твердосплавной прессовке при МТФ для времени t процесса 60 и более секунд использовалась следующая математическая постановка задачи. Имеется полусфера радиусом R из спрессованного порошка твердого сплава. Внутри полусферы действует внутренний источник тепла с удельной мощностью q . При $t \rightarrow \infty$ относи-

тельная температура $U(r, t)$ зависит только от расстояния до центра полусферы. Граничное условие для поверхности полусферы, контактирующей с электродом-пуансоном, задавалось в следующем виде: температура поверхности полусферы равна относительной температуре плавления меди (при использовании медного электрода-пуансона) либо относительной температуре графитовой пресс-формы (при проведении МТФ в графитовой пресс-форме). Было составлено уравнение теплопроводности, решая которое найдена функция распределения температуры в твердосплавной прессовки в зависимости от расстояния до центра полусферы.

Расчеты, проведенные по данной функции, показывают, что при использовании медного электрода твердосплавная головка биметаллического зубка остается неспеченной на глубину 2,5 мм несмотря на увеличение времени МТФ, что подтверждается экспериментально. При длительном процессе МТФ температура поверхности слоев твердого сплава будет равна температуре электрода, с которым он контактирует. С продвижением к центру твердосплавной прессовки температура будет возрастать. Для спекания твердого сплава по всему объему необходимо, чтобы температура поверхности электрода или пресс-формы была равна температуре жидкофазного спекания твердого сплава, что можно достичь, используя графитовую пресс-форму. При проведении МТФ графит нагревается до температуры, превышающей 1400°C .

Анализ распределения температуры показывает, что при проведении одностадийного МТФ в графитовой пресс-форме во всем объеме твердосплавной прессовки будет происходить жидкофазное спекание, что должно обеспечить требуемое качество твердого сплава биметаллического зубка. Это подтверждено экспериментально. Физико-механические свойства и микроструктура твердого сплава биметаллических зубков формы Г26, изготовленных по предложенной технологии, соответствуют требованиям стандарта.

Данная технология может быть рекомендована для изготовления биметаллических (твердый сплав – сталь) изделий сложной формы.