УДК 621.785

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ ТИТАНА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗМЕРНУЮ ТОЧНОСТЬ

А. Ю. КОРОЛЁВ, А. И. ИВАНОВ, В. А. РОЖКОВ
Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»
Минск, Беларусь

Одной из перспективных областей применения электролитно-плазменной цементации (ЭПЦ) является поверхностное упрочнение деталей малых размеров, к которым зачастую предъявляются повышенные требования к точности геометрических параметров. Особенно актуальным это является для изделий, применяемых в медицине, приборостроении, авиационно-космической технике и прецизионном машиностроении. При ЭПЦ возможно изменение их размеров вследствие воздействия высоких температур, а также протекания разрядных процессов, что может ограничивать возможность практического применения технологии. По этой причине важной задачей является оценка влияния температурных режимов ЭПЦ на изменение геометрических параметров обрабатываемых деталей.

Исследования выполняли для цилиндрических образцов из технически чистого титана ВТ1-0 диаметром и высотой 10 мм. При ЭПЦ температура процесса устанавливалась на уровне 700 °С...1 000 °С с шагом в 50 °С. Время обработки составляло 5 мин. В качестве рабочего электролита был выбран водный раствор, содержащий по 10 % хлорида аммония и глицерина. Температура электролита на протяжении всего процесса поддерживалась на уровне 20 °С.

Диаметр образцов D измеряли на трех уровнях по высоте: на расстоянии 0,5 мм от нижнего и верхнего торцов, а также на середине высоты образца. Положение среднего уровня определяли как $L/2$, где L – фактическая высота образца на момент измерения. Высоту образца измеряли вдоль его оси симметрии. Таким образом, координаты уровней измерения z составляли 0,5 мм; $L/2$ мм и (L – 0,5) мм при отсчете координаты z от нижнего торца. На каждом уровне диаметр измеряли в двух взаимно перпендикулярных направлениях в соответствии со схемой, представленной на рис. 1.

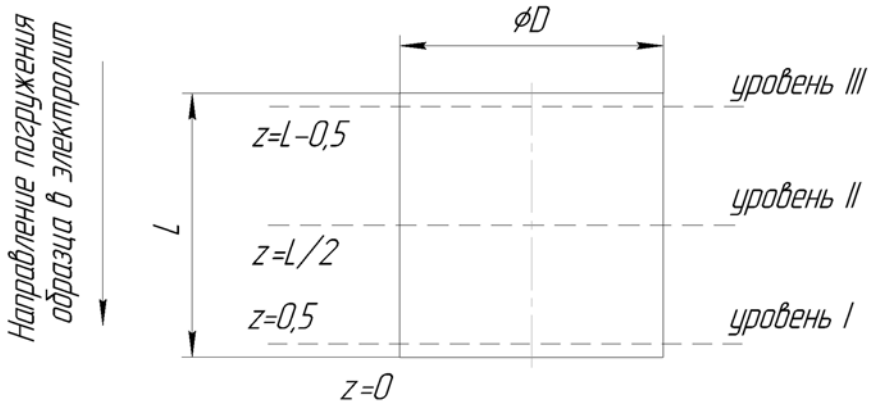

Рис. 1. Схема измерения геометрических параметров образцов

Результаты проведенных измерений представлены на рис. 2.

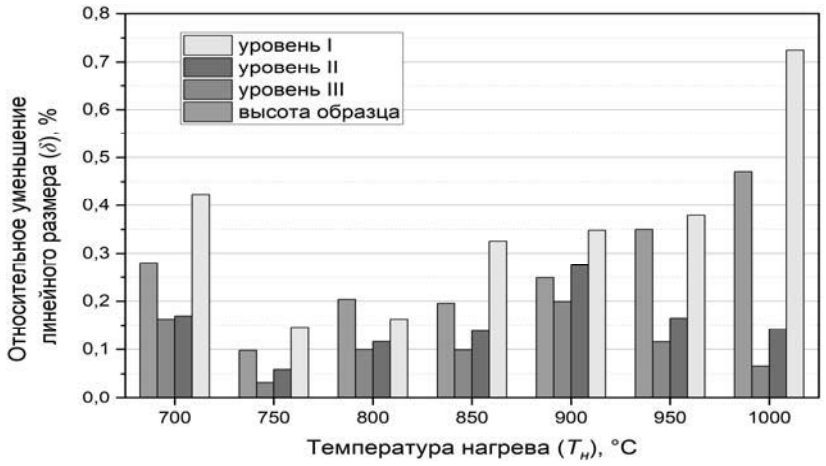

Рис. 2. Зависимость относительного уменьшения геометрических параметров δ титановых образцов от температуры нагрева $T_н$ при ЭПЦ

Полученные результаты показывают, что относительное изменение геометрических параметров образцов δ варьируется от 0,03 % до 0,73 % и зависит как от температуры процесса, так и от координаты по высоте образца. Максимальное уменьшение диаметра наблюдается в нижней части образца (уровень I) – участке, первым погружаемом в электролит. С увеличением координаты *z* величина δ снижается. Так, при температуре 700 °С диаметр образца в нижней части уменьшается на 0,28 %, тогда как в средней и верхней – на 0,16 %...0,17 %. Повышение температуры до 750 °С приводит к снижению относительного уменьшения диаметра до 0,15 %, 0,06 % и 0,03 % в нижней, средней и верхней частях соответственно. При дальнейшем повышении температуры до 900 °С наблюдается постепенный рост указанных величин до 0,35 %, 0,28 % и 0,2 % соответственно. Увеличение температуры до 1 000 °С приводит к более неоднородному уменьшению диаметра по высоте: в верхней и средней частях δ снижается до 0,07 % и 0,14 % соответственно, а в нижней, наоборот, возрастает до 0,73 %.

Характер изменения высоты образца схож с изменением диаметра в его нижней части. Так, при повышении температуры от 700 °С до 750 °С относительное уменьшение высоты снижается с 0,28 % до 0,098 %. Дальнейшее увеличение температуры до 1 000 °С приводит к росту данного показателя до 0,47 %.

Таким образом, изменение геометрических параметров образцов в исследованном температурном диапазоне носит немонотонный характер. Минимальные изменения наблюдаются при 750 °С, тогда как дальнейшее повышение температуры нагрева при ЭПЦ сопровождается ростом величины относительного уменьшения геометрических параметров и увеличением ее неравномерности по высоте образца. Наиболее выражен данный эффект при температуре 1 000 °С, при которой уменьшение диаметра в нижней части существенно превышает соответствующие значения в средней и верхней частях.