

УДК 621.785

УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНА С ПРИМЕНЕНИЕМ
ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО НАГРЕВАЮ. Г. АЛЕКСЕЕВ¹, А. С. БУДНИЦКИЙ¹, Г. М. СЕНЧЕНКО²¹Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»²Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

В качестве альтернативы существующим методам упрочнения поверхности титана и титановых сплавов предложен метод электрохимико-термической обработки – электролитно-плазменный нагрев в азот- или углеродсодержащем электролите с последующей закалкой путем отключения рабочего напряжения. При подаче напряжения в диапазоне 100...300 В на электрохимическую ячейку вокруг заготовки происходит локальное вскипание жидкости за счет выделения джоулева тепла. В этих условиях электролит вблизи поверхности заготовки разогревается до температуры кипения и обрабатываемая заготовка, оказываясь отделенной от основной массы электролита, разогревается до температуры 400 °С...1100 °С. Высокие температуры заготовки позволяют проводить насыщение поверхности атомами легких элементов, содержащихся в веществах-донорах, растворенных в электролите. Наличие в электролите углерод- и азотсодержащих компонентов обуславливает определенный углеродный или азотный потенциал парогазовой оболочки, в результате чего становится возможной химико-термическая обработка. В условиях электролитно-плазменного нагрева интенсифицируются диффузионные процессы, что позволяет значительно сократить время химико-термической обработки до 5...10 мин.

Преимуществами такого метода перед другими существующими методами термической обработки является высокая скорость нагрева заготовки (до 250 °С/с), а также высокая скорость диффузионного насыщения (до 100 мкм/мин). Кроме того, применение электролитно-плазменного нагрева позволяет сформировать на поверхности защитный оксидный слой, обеспечивающий дополнительное повышение коррозионной стойкости.

В работе установлены закономерности формирования микроструктуры поверхностного слоя титана при цементации с применением электролитно-плазменного нагрева. Для исследований использовались цилиндрические образцы из титана ВТ1 диаметром 2 мм длиной 40 мм. В качестве основного компонента электролита, обеспечивающего его электропроводность, использовался раствор хлорида аммония концентрацией 10 %. В качестве донора углерода в электролит добавлялся глицерин (5 %...10 %). Температура электролита поддерживалась в пределах (20 ± 3) °С. Напряжение обработки составляло 150, 175 и 200 В. Продолжительность обработки образцов – 10 мин.

На рис. 1 представлены зависимости, характеризующие распределение микротвердости HV_{0,1} в поверхностном слое образцов после цементации при различных значениях рабочего напряжения. При напряжении 150...175 В про-

исходит незначительное увеличение микротвердости (на 30...100 HV). При напряжении 200 В увеличение микротвердости является более существенным. Так, при концентрации глицерина 10 % микротвердость на глубине 50 мкм от поверхности составила 512 HV. Причем упрочнение наблюдается по всей исследуемой глубине поверхностного слоя (до 500 мкм).

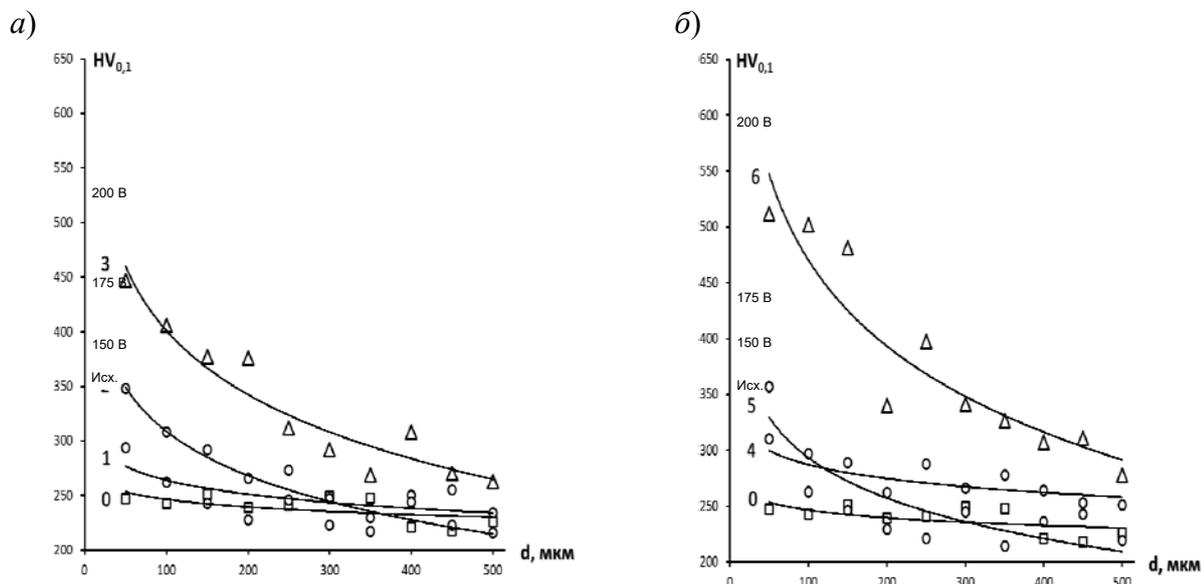


Рис. 1. Распределение микротвердости в поверхностном слое после цементации при концентрации глицерина 5 % (а) и 10 % (б)

На рис. 2 представлены фотографии микроструктуры поверхностного слоя после цементации в электролите с содержанием глицерина 10 %. Электролитно-плазменная модификация при напряжении 150...175 В приводит к формированию равноосной структуры, состоящей из α -фазы. В поверхностном слое, наиболее насыщенном углеродом (толщиной около 50 мкм), наблюдается увеличение зёрен в 2–3 раза относительно основы. Увеличение напряжения до 200 В ведёт к формированию пластинчатой структуры, представляющей собой α' -фазу – мартенсит, полученный после быстрого охлаждения титана VT1 с температуры, превышающей температуру полиморфного превращения.

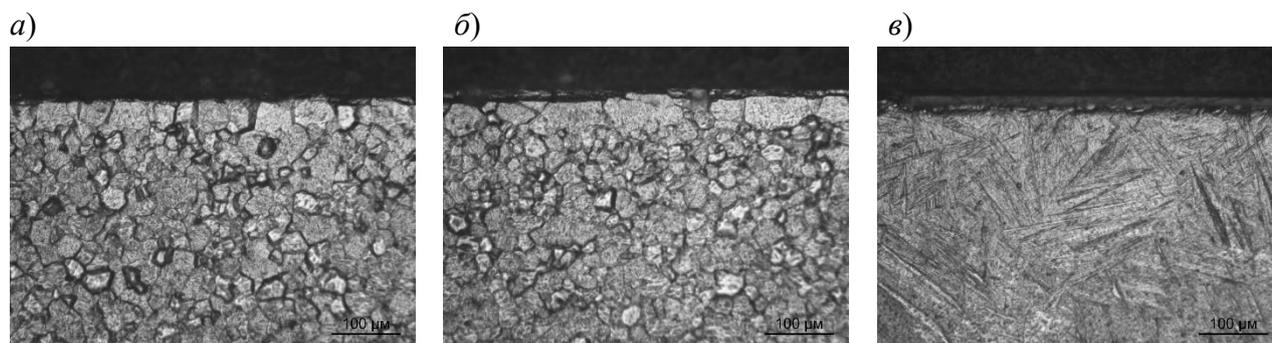


Рис. 2. Микроструктура образцов после цементации: а – 150 В; б – 175 В; в – 200 В