УДК 538.95

Широкий Ю.В. канд. техн. наук, доцент
i.shyrokyi@khai.edu
Жидєєв П.Р., аспірант
Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»,
zhideevpavel@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛВ НА МОЖЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ НАНОСТРУКТУР НА СТАЛІ У12А

На основі вдосконаленої моделі теплової взаємодії лазерного випромінювання з оброблюваним матеріалом було проведено дослідження зміни максимальної температури на різних глибинах поверхневого шару інструментальної сталі У12А [1]. Окрім цього, проаналізовано залежності швидкостей зміни максимальної температури та температурних напружень від щільності теплового потоку лазерного випромінювання (ЛВ). Діапазон щільності лазерного випромінювання розглядався у межах $q=10^8…10^{11}$ Вт/м² при різній тривалості його дії, що відповідає умовам можливого формування наноструктур (НС). Результати дослідження залежності швидкості зміни максимальної температури в сталі У12А від щільності теплового потоку на різних глибинах показали, що у всіх випадках спостерігається перевищення швидкості нагріву понад 10^7 К/с. Це підтверджує, що за критерієм швидкості наростання температури умови для утворення НС можуть бути реалізовані в усьому дослідженому діапазоні щільностей теплового потоку та на всіх розглянутих глибинах.

Для оцінки можливості прискорення процесу формування наноструктур (НС) було проведено розрахунок температурних напружень у зоні дії лазерного випромінювання на сталь У12А в діапазоні щільностей теплового потоку $q=10^8…10^{11}$ Вт/м² та часу дії $t=10^{-4}…10^{-10}$ с на різних глибинах. Результати показали, що безпосереднє утворення НС під впливом лише температурних напружень малоймовірне. Проте при тривалості впливу $10^{-5}…10^{-4}$ с і максимальній щільності теплового потоку 10^{11} Вт/м² значення температурних напружень наближаються до необхідного діапазону для ініціювання структурних перетворень.

Встановлено, що формування наноструктур є більш ймовірним при зменшенні розміру лазерної плями до $R=5\cdot10^{-7}$ м. Також були визначені залежності розміру зерна від щільності теплового потоку та часу його дії для двох варіантів розміру плями: $R=10^{-6}$ м та $R=5\cdot10^{-7}$ м при дії на інструментальну сталь У12А. Отримані результати дають змогу, маючи цільовий розмір зерна, підібрати відповідні технологічні параметри лазерної обробки для його досягнення. Це становить значний практичний інтерес при створенні зміцнювальних наноструктурованих покриттів на ріжучому інструменті та при оптимізації параметрів лазерної технології.

Список посилань

1. Kostyuk, G. Prospects for producing nanostructures in the volume of parts under the action of plasma flows / G. Kostyuk, O. Melkoziorova, E. Kostyuk, I. Shyrokyi/ Різання та інструменти в технологічних системах. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2020. – № 92.– С. 107-121.
https://doi.org/10.20998/2078-7405.2020.92.12