



Технологія виробництва двигунів

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ НАПРУЖЕНЬ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ УМОВ ОТРИМАННЯ НАНОСТРУКТУР У ПЛАЗМОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ НА СТАЛІ 38Х

Д. І. Безпалов, Ю. В. Широкий

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

Сучасні технології пропонують широкий спектр методів зміцнення поверхневих шарів конструкційних матеріалів. Серед них особливу перспективу мають покриття з наноструктурами на поверхні, які здатні істотно підвищити зносостійкість елементів або ефективність різального інструменту, що досягається за рахунок збільшення твердості поверхні, зниження пружності та підвищення межі міцності й ударної в'язкості. Це дає змогу формувати модифіковані поверхневі шари, які забезпечують підвищення ресурсу деталей при експлуатації в умовах значних ударних навантажень і збільшують їх довговічність [1].

На сьогоднішній день існує значна кількість методів формування наноструктур, зокрема електрохімічні, лазерні та плазмові технології. Серед них особливу увагу привертають іонно-плазмові методи, які дозволяють створювати тонкі поверхневі шари або багат шарові наноструктури. Завдяки прогресу в наукових дослідженнях інтенсивного розвитку набули технології, що базуються на вакуумно-дугових процесах, відкриваючи нові можливості у сфері наноструктурування поверхонь [2].

У процесі дослідження теплової задачі впливу лазерного випромінювання (ЛВ) на сталь 38Х з урахуванням обмеженої швидкості теплопоширення встановлено особливості температурного поля. Зокрема, на поверхні ($x = 0$) та на певній глибині ($x = 0,5\sqrt{a\tau}$) спостерігаються стрибки температури першого роду. Показано, що зниження ефективності теплопровідності призводить до зростання максимальної температури. Крім того, виявлено підвищення температурних напружень до 10 % у зонах з максимальними температурними градієнтами (рис. 1).

У зоні температурного стрибка виникає додатковий локальний максимум температурних напружень, величина

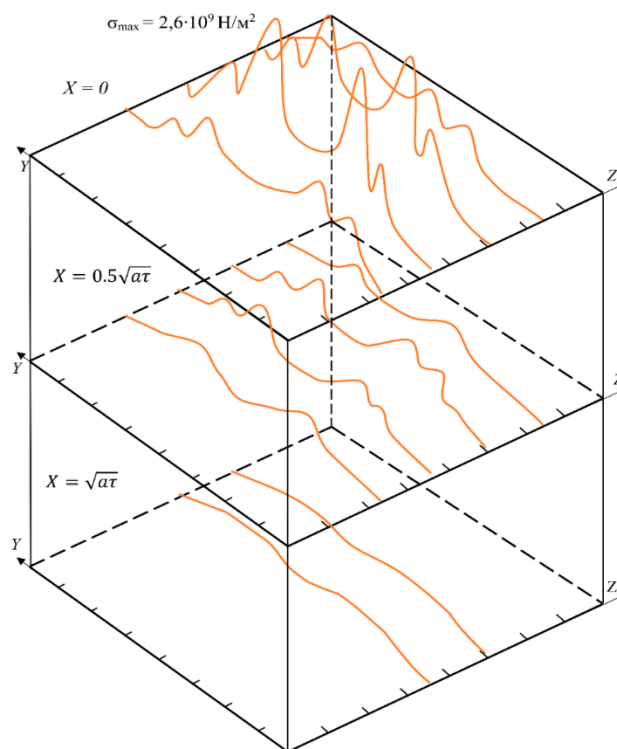


Рис. 1 – Температурні напруження у зоні нерухомої плями при дії ЛВ ($q = 1,5 \cdot 10^{10}$ Вт/м², $\tau_n = 10^{-6}$ с) на сталь 38Х



якого може досягати 30 % від максимального значення $\sigma_{\max}$. Встановлено, що за критичних значень густини теплових потоків, характерних для умов розмірної (мікро- чи наномасштабної) обробки, обов'язковим є врахування граничної швидкості поширення тепла. Особливо це актуально при моделюванні температурного режиму, необхідного для формування наноструктур, зокрема у випадках короткочасної дії ЛВ та високих теплових потоків (понад 10^{10} Вт/м²). У таких умовах облік граничної швидкості теплопоширення призводить до збільшення температурних напружень у межах 10–20 %, що істотно впливає на вибір технологічних параметрів ЛВ, необхідних для забезпечення заданої наноструктури матеріалу.

Водночас за умов нижчих теплових потоків та тривалішої дії ЛВ приріст температурних напружень становить менше 10 %, що не справляє істотного впливу на вибір технологічних параметрів ЛВ. Отримані результати є актуальними для розробки технологічних процесів формування наноструктур на сталевих поверхнях, а також становлять теоретичну основу для подальших досліджень механізмів утворення наноструктур у плазмовому середовищі.

Перелік посилань

1. Prospects for producing nanostructures in the volume of parts under the action of plasma flows [Text] / G. Kostyuk, O. Melkozirova, E. Kostyuk, Yu. Shirokiy. // Development and tools in technological systems, KhNTU "KhPI". – 2020. – No. 92. – P. 107-121. doi: <https://doi.org/10.20998/2078-7405.2020.92.12>
2. Вибір технологічних параметрів лазера для отримання зміцнюючих покриттів з наноструктурами на інструментальній сталі У12А [Текст] / Ю. В. Широкий, Ю. О. Сисоєв, О. В. Торосян, Г. Д. Торосян-Жидєєва // Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології. – 2023. – Вип. 97. – С. 111-125. doi: <https://doi.org/10.32620/oikit.2023.97.07>

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОТРИМАННЯ ПОКРИТТІВ НА ВИРОБАХ І РІЗАЛЬНОМУ ІНСТРУМЕНТІ В МАШИНОБУДУВАННІ

О. В. Довженко, Ю. О. Сисоєв

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

Для підвищення функціональних характеристик (надійності, ресурсу та ін.) виробів і формоутворюючого інструмента в машинобудуванні широко застосовується нанесення на їх робочі поверхні покриттів різного призначення: зносостійких, жаростійких, надтвердих, корозійностійких, декоративних та з іншими властивостями [1-3]. Такі покриття можуть бути нанесені як фізичними методами осадження (PVD-методи), так і хімічними методами (CVD-методи).

В роботі було зроблено порівняльний аналіз сучасних методів нанесення покриттів з метою визначення ефективності їх застосування в тих чи інших випадках. Розглядалися такі методи нанесення покриттів: