ФОРМУВАННЯ ПЕРІОДИЧНИХ МІКРОСТРУКТУР ТИПУ «ЛУСКА РИБИ» НА ПОВЕРХНІ СТАЛІ 12Х18Н10Т ШЛЯХОМ НАНОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРНОГО МІКРОТЕКСТУРУВАННЯ

Добротворський С.С.[1], Алексенко Б.О.[1], Басов В.В.[1], Трубін Д.В.[1], Завадзький П.[2], Кощінський М.[3,4]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Познанська політехніка, м. Познань, Польща

[3]Познанський університет природничих наук, м. Познань, Польща

[4]Університет Адама Міцкевича, м. Познань, Польща

Сучасне машинобудування потребує ефективних методів модифікації поверхонь для покращення експлуатаційних властивостей матеріалів. Одним із перспективних напрямів є лазерна мікротекстурування, що дозволяє формувати керовані мікроструктури без використання масок або хімічної обробки. Створення періодичних мікрорельєфів на поверхні сталі відкриває нові можливості в авіації, медицині, енергетиці, зокрема для підвищення зносостійкості, керування трибологією, змочуваністю та адгезією.

Метою дослідження було визначення закономірностей формування періодичних мікроструктур типу «луска риби» на поверхні нержавіючої сталі 12Х18Н10Т за допомогою наносекундного лазерного випромінювання, а також розробка математичної моделі відповідного процесу та підтвердження її адекватності в експериментальних умовах.

У дослідженні застосовано математичне моделювання процесів теплопровідності, фазових переходів та абляції із використанням методів скінченних елементів та скінченних різниць. Моделювання виконано з урахуванням параметрів наносекундного лазерного імпульсу. Для верифікації результатів використано експериментальні дослідження з лазером Мінімаркер 2, візуалізацію мікроструктур проведено за допомогою оптичної мікроскопії ZEISS AXIO та 3D-аналізу поверхні мікроскопом KEYENCE VHX 7100.

Результатом роботи стало розроблення математичної моделі формування мікрорельєфу, що враховує взаємозв'язок між енергією імпульсу та глибиною абляції. Встановлено ефект насичення, при якому ефективність наступних імпульсів знижується через накопичення тепла. Продемонстровано, що форма кратерів на обробленій поверхні після впливу лазерного променю відповідає Гауссовому розподілу інтенсивності випромінювання. Експериментально підтверджено можливість керування морфологією поверхневих структур за рахунок зміни параметрів сканування. Отримано високий ступінь відповідності між чисельними та експериментальними даними.

Дослідження підтверджує перспективність методів чисельного моделювання для проєктування лазерного мікротекстурування та відкриває нові горизонти у створенні функціональних поверхонь з передбачуваними характеристиками.