



## ЛАЗЕРНА ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПРУЖНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Лутай А.М., *ст. викладач*, Головка Л.Ф. *д.т.н., професор*,  
Кагляк О.Д. *к.т.н., доцент*, Романов Б.С., *аспірант*  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

З технологічних операцій виготовлення плоских пружних елементів (ПЕ) складної форми з низьколегованих сталей на термічну обробку (ТО) припадає найбільший процент браку в наслідок жолоблення або руйнування виробу. Раніше нами було показано, що методом лазерного формоутворення (ЛФ) можна виготовляти просторові конструкції складної форми з попередньо загартованих сталей. Тобто, є принципова можливість спочатку здійснити необхідну ТО листової заготівлі, а потім провести лазерне формоутворення ПЕ.

**Мета роботи** – методами ЛФ одержати зі сталі 65Г тонкі плоскі пружні елементи з заготівлі, що пройшла загартування та низький відпуск, дослідити структуру зони термічного впливу (ЗТВ) та пружні властивості ПЕ.

**Матеріали та методика досліджень.** Формоутворення пружини здійснювалося на YAG-лазері при потужності випромінювання 1кВт, швидкості переміщення 3-9 м/хв. та діаметрі фокальної плями 4 мм. Рентгенівські дослідження проводилися на дифрактометрі Rigaku Ultima IV у  $\text{CuK}\alpha$  випромінюванні з фіксацією дифракційного максимуму (222). Релаксаційна стійкість (РС) оцінювалась по зміні у часі залишкових напружень (ЗН) у ЗТВ після витримці пружини під навантаженням протягом 1000 годин.

**Результати досліджень.** З даних, наведених у таблиці 1 виходить, що збільшення РС корелює зі зміною щільності дислокацій (ЩД) у ЗТВ, що пояснюється зростанням їх закріпленості при збільшенні ЩД. Розрахунки розподілу температур у ЗТВ при ЛФ показують, що процес релаксації термічних напружень та існування аустенітної фази по всьому перерізу центру ЗТВ співпадають у часі. Тобто при кожному проході лазерного променя у ЗТВ реалізуються процеси, що характерні для високотемпературної термомеханічної обробки сталей.

### Таблиця

*Величини залишкових напружень (знаменник – після витримки у 1000годин) та щільності дислокацій у ЗТВ*

число проходів	величина залишкових напружень, МПа	щільність дислокацій, $10^{10} \text{ см}^{-2}$
0	120/80	11
10	230/210	16
20	280/260	17
30	310/300	19

**Висновки.** ЛФ ПЕ дозволяє об'єднати в одній технологічній операції власне формоутворення та термічну обробку виробу.