

УДК 621.757

**М.І. Пилипець, д. т. н., проф., О.М. Пилипець, к.т.н., доцент**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ НАВИТИХ ЗАГОТОВОК

**M. Pylypets, Dr., Prof., O. Pylypets, Ph.D., Assoc. Prof.**  
**RESEARCH THE MECHANICAL PROPERTIES OF THE WINDING BLANKS  
SURFACE LAYER**

Виготовлення заготовок навиванням на оправу металевих стрічок приводить до пластичного деформування поверхневих шарів заготовки і зміни її фізико-механічних властивостей. При цьому змінюється велика кількість характеристик, основними з яких є: характеристики опору пластичній деформації (межі міцності і текучості, твердість і мікротвердість); форма і орієнтування зерен, тріщини усередині зерен і між зернами; густина матеріалу; втомна міцність і зносостійкість.

Підвищення властивостей міцності і твердості металу при його пластичному деформуванні забезпечується наклепом [1]. Хоча пластичне деформування поверхневого шару може характеризуватися багатьма показниками, частіше розглядають два самих узагальнених і порівняно легко визначуваних: ступінь наклепу  $N$  і глибину шару, що наклепується  $h_c$ .

$$N = \frac{H_1 - H}{H} 100\%, \quad (1)$$

де  $H_1$  — мікротвердість, зміряна на поверхні;  $H$  — мікротвердість початкового металу.

Наклеп досліджували методом вимірювання мікротвердості на мікрошліфах. Наклеп при навиванні металевих стрічок визначається нормальними і дотичними навантаженнями на поверхні притискного ролика, швидкістю деформації і температурою в зоні навивання. На наклеп поверхневого шару впливають елементи режиму навивання [2], геометричні параметри оправки і формувального ролика, властивості матеріалів ролика і деталі, змашування зони навивання та ін.

Досліджено вплив швидкості навивання на наклеп поверхневого шару, аналізуючи його, відмічено наступне:

- швидкість навивання впливає на швидкість пластичного деформування поверхневого шару. З підвищенням швидкості деформування зростають межі міцності при розтягуванні і межі текучості оброблюваного матеріалу;
- від зміни швидкості навивання змінюється тривалість контакту формувального ролика з поверхнею заготовки. При більшій швидкості навивання полоса проходить через зону контакту, не одержавши того наклепу, який вона могла б одержати при більш тривалому контакті;
- швидкість навивання змінює температуру поверхневого шару і характеристики пластичності  $\psi$  і  $\delta$  матеріалу деталі при цих температурах. Для багатьох конструкційних матеріалів в деякому діапазоні температур спостерігається провал пластичності, що виражається в зниженні відносного видовження  $\delta$  і поперечного звуження  $\psi$ , що в результаті приводить до появи тріщин на зовнішній крайці заготовки.

При підвищенні швидкості навивання від 5 м/хв. до 8 м/хв. такі чинники, як зниження пластичності (відносне видовження і поперечне звуження); підвищення

густини дислокацій, концентрація дислокацій біля ліній зсуву; пружні спотворення кристалічних ґраток; зміна форми і орієнтування зерен; тріщини усередині зерен і між зернами та інші знижують наклеп. При подальшому підвищенні швидкості навивання (9 м/хв. – 15 м/хв.) ряд чинників: концентрація дислокацій біля ліній зсуву; пружні спотворення кристалічних ґраток; зміна форми і орієнтування зерен; що сприяли в першому діапазоні швидкостей зниженню наклепу, припиняють свою дію, і починається дія чинників: зниження густини матеріалу; зміна втомної міцності і зносостійкості, що сприяють підвищенню наклепу. Чинники підвищення густини дислокацій і концентрація дислокацій біля ліній зсуву а також зміна втомної міцності і зносостійкості під час переходу швидкості навивання через оптимальне значення (14м/хв. -15 м/хв.) змінюють свою дію на наклеп поверхневого шару, оскільки швидкість, відповідна мінімуму коефіцієнта тертя на поверхні формуючого ролика, і температура максимального нагрівання приблизно співпадають з оптимальною температурою контакту. Отже, підвищення швидкості навивання вище за оптимальну повинне приводити до збільшення наклепу.

З підвищенням швидкості навивання при виготовленні деталей із сталі 45 ступінь наклепу спочатку знижується, досягає мінімуму при деякому значенні швидкості навивання, а потім підвищуються. Мінімум глибини і ступені наклепу для всіх методів навивання однаковий. Мінімальний наклеп обробленої поверхні при оптимальних швидкостях навивання підвищує ресурс і експлуатаційну надійність деталей з нержавіючих сталей і жароміцних стопів. Мінімальний наклеп підтверджується результатами досліджень. Глибина наклепаного шару у всіх випадках, на 10 - 50 мкм більше глибини пластичної деформації, отриманої методом вимірювання мікротвердості. Метод визначення наклепу шляхом вимірювання мікротвердості не забезпечує необхідної точності, але загальні закономірності, одержані як методом вимірювання мікротвердості, так і іншими методами, повністю співпадають.

Глибина і ступінь наклепу визначаються середньою температурою контакту, а швидкість навивання і подача виступають головним чином як температурні чинники. При навиванні з постійною швидкістю залежність (1) може мати різний характер, що визначається температурою в зоні навивання. Наприклад, при роботі на порівняно низькій швидкості (5м/хв.), до 30% при збільшенні подачі температура навивання підвищується, глибина і ступінь наклепу знижуються, коефіцієнт тертя ролика до поверхні заготовки при цьому зменшується. При роботі на середній швидкості (18 м/хв) ці залежності досягають максимальних значень.

Таким чином можна зробити наступні висновки:

1. Параметри наклепу поверхневого шару навитої заготовки знаходяться в тісному взаємозв'язку з інтенсивністю адгезійної взаємодії матеріалів ролика і заготовки та коефіцієнтом тертя між роликом і поверхнею заготовки.

2. При роботі на швидкостях навивання, відповідних мінімуму коефіцієнта тертя забезпечуються одночасно як найменша інтенсивність спрацювання ролика так і найменша глибина і ступінь наклепу обробленої поверхні.

#### **Література.**

1. Пилипець М. Зміцнення спіралей шнеків технологічними методами./ М.Пилипець, О. Лясота, Ю. Ковальчук, Матеріали XXI наукової конференції ТНТУ імені Івана Пулюя, Тернопіль, - 2019, С. 28-29.

2. Пилипець М. І. Оптимізація режимів обтискування різі методом геометричного програмування./ М.І. Пилипець, О.М. Лясота, П.В. Босюк - Вісник СевНТУ, №129, Севастополь, - 2012, С. 179-182.