

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІОННОГО АЗОТУВАННЯ ТА  
КОМПЛЕКСНОЇ ОБРОБКИ НА ЙОГО ОСНОВІ НА СТРУКТУРУ І  
ВЛАСТИВОСТІ ШВИДКОРИЗАЛЬНОЇ СТАЛІ**

**Шевченко С.М., Реброва О.М., Протасенко Т.О., Терлецький О.С.**

*Національний технічний університет  
“Харківський політехнічний інститут”, м. Харків.*

Послідовність виконання операцій термічної та хіміко-термічної обробки істотно впливає на експлуатаційні характеристики деталей та інструментів.

Метою дослідження є вивчення впливу режимів іонного азотування та комплексного іонного азотування (КІА) на структуру і властивості пуансонів  $d = 5$  мм зі сталі Р6М5.

У робочому об'ємі камери установці «БУЛАТ-6» виникав газовий розряд; за рахунок бомбардування іонами азоту підложкотримача з деталями відбувався нагрів до температури азотування  $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; тривалість процесу – 1 година. Далі, деталі термічно обробляли (гартували з охолодженням у мастило або нормалізували).

Результати дослідження показали, що режим №1: іонне азотування при  $T=550\text{ }^{\circ}\text{C}$ , збільшив твердість поверхневого шару (ПШ) пуансонів на 6300 МПа відносно серцевини (6700 МПа), з глибиною 85 мкм. ПШ зі твердістю 13000 МПа – твердий, але крихкий. Для збільшення глибини та рівня зміцнення пропонуємо застосовувати КІА (режими №2-5). Режим КІА №2: одинарне азотування та гартування ( $T = 1230\text{ }^{\circ}\text{C}$ , масло), дало зміцнення на 860 МПа вище, в порівнянні зі твердістю серцевини (8760 Ма), глибиною близько 320 мкм і твердістю до 9620 МПа. Максимальний рівень зміцнення відносно твердості серцевини отримано у результаті обробки за режимом № 3 (подвійний цикл азотування та гартування ( $T = 1230\text{ }^{\circ}\text{C}$ , масло), а саме: на 5760 МПа вище, с глибиною розповсюдження до 150 мкм і твердістю 11160 МПа. Але цей режим не є оптимальним, оскільки серцевина має дуже низьку мікротвердість 5400 МПа (завдяки наявності великої кількості аустеніту залишкового та крупнозернистої структури матриці). Режим № 4: цикл подвійного азотування з наступним спочатку гартуванням ( $T = 1230\text{ }^{\circ}\text{C}$ , масло), а потім нормалізацією ( $T = 1230\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), дало зміцнення до 9230 МПа, що розповсюджується до 1800 мкм, при цьому твердість серцевини становить 8950 МПа. Ця комплексна технологія має високі показники міцності майже по всій глибині деталі і є оптимальною. Технологія комплексної обробки за режимом № 5 з подвійним азотуванням і наступним гартуванням та кінцевим відпуском ( $T = 320\text{ }^{\circ}\text{C}$  протягом 1,5 години) сформувала зону зміцнення глибиною 320 мкм зі твердістю 7560 МПа.

Таким чином, для збільшення глибини проникнення азоту для деталей, що працюють в умовах стискаючого навантаження та високого зносу, рекомендовано технологію подвійного азотування з наступним гартуванням та нормалізацією, яка дозволяє отримати шар внутрішнього азотування за глибиною майже всієї деталі. Структура зміцненого шару – високодисперсний, високо азотистий легований мартенсит та карбонітриди.