

**ВПЛИВ НАВОДНЮВАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОВЕРХНЕВОГО
ЗМІЦНЕННЯ СТАЛЕЙ**

Коваль Ю. М., Кирилів Я. Б.*

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України

*Національний університет "Львівська політехніка"

Розробка технологій цілеспрямованої зміни фізико-механічних властивостей робочих поверхонь деталей з метою надання їм заданих експлуатаційних властивостей є актуальною науково-технічною проблемою. Для цього застосовують імпульсні методи обробки такі, як вібраційна зміцнювальна (ВЗО) [1], лазерна [2], механоімпульсна (МІО) [3], ультразвукова та інші, які полягають в тому, що в приповерхневих шарах металу за рахунок прикладених імпульсних температур та деформацій створюють дисперсні структури високої дефектності. При цьому зміцнення досягають за рахунок високої густини дислокацій та вакансій.

Відомо [4], що виходячи із дислокаційних уявлень про протікання пластичної деформації, що водень блокує рух дислокацій і цим самим приводить до більш інтенсивного зміцнення заліза та сталі. В процесах деформування сталей, при контактуванні з воднем, спостерігається водневе полегшення деформування, яке полягає в тому, що водень, хемосорбуючись на активованих деформацією поверхнях послаблює міжатомні зв'язки металу, полегшуючи їх розрив та перебудову [5]. Присутність водню, затримує рух дислокацій і їх вихід на границі зерен утруднений. Крім цього, підвищена концентрація водню біля границь зерен ускладнює естафетне переміщення дислокацій з одного зерна в інше, це приводить до збільшення різнонапруженості між зернами. Таким чином, деформування заліза в процесі наводнювання приводить до суттєвого збільшення зміцнення, а ніж деформація на повітрі [4]. Тому метою даної роботи було дослідження впливу попереднього наводнювання на ефективність зміцнення. Зміцнення проводили механоімпульсною та віброзміцнюючою обробками. Дослідження проводили на циліндричних зразках діаметром 20 і 75 mm з армко-заліза та сталей 35, 40X. Їх наводнювали електролітично з розчину 1n. H_2SO_4 + 250 g/l тіомочевини протягом 60 min, за густин струму 0,5...2 A/dm². Зразки із армко-заліза та сталі 35 обробляли МІО по методиці [6]. Оцінюючи вплив попереднього наводнювання на зміцнення поверхні зразків, вимірювали їх мікротвердість після МІО та ВЗО на мікротвердомірі ПМТ-3.

В НУ "Львівська політехніка" розроблена і виготовлена вібраційна машина, для зміцнення зовнішніх поверхонь довгомірних циліндричних деталей (зокрема втулок запірно-поворотних клапанів) вібраційною зміцнювальною обробкою, принципова схема якої зображена на рис 1. Вібраційна машина складається з таких основних частин: 1 – рама вібраційної машини; 2 – механізм створення вібрації; 3 – електродвигун; 4 – нижній півхомут; 5,6 – верхній лівий та правий півхомути із кріпленням для деталі; 7 – ребра жорсткості; 8 – штанги з допомогою яких передається зусилля подачі; 9 – ручка подачі; 10 – кріпильний диск; 11 – планка механізму підвіски; 12 – напрямна механізму підвіски; 13 – обкатник (робочий орган); 14 – хомут із роликами; 15 – комбінований гвинт; 16 – оброблювана деталь або зразок; 17 – елементи укріплення стійок; 18 – диски, що передають зусилля подачі на робочий орган; 19 – оглядова кришка.

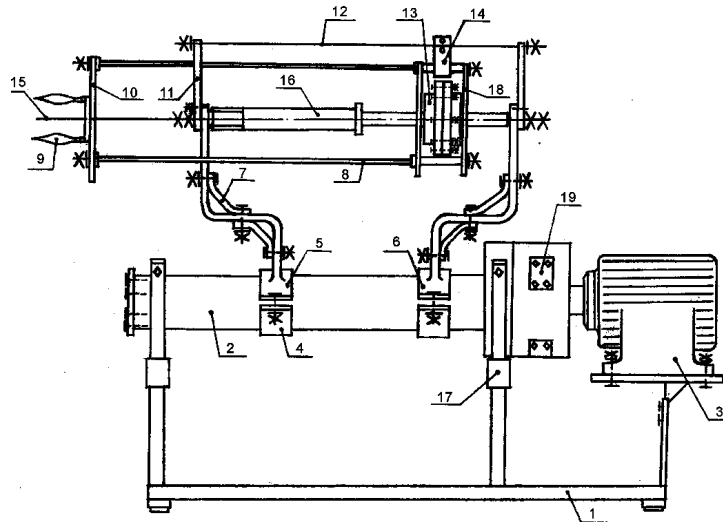


Рис.1. Принципова схема вібраційної машини для обробки методом ВЗО.

Установка працює наступним чином: від електродвигуна 3 передається крутний момент через гнучку муфту до механізму створення вібрації 2. Через півхомути 4, 5, 6 вібрація передається на деталь 16. Вібруючи деталь 16 приводить в обкочувальний рух робочий орган (обкатник 13), який має в середині один ряд кульок, що здійснюють пластичне деформування поверхні деталі чи досліджуваного зразка.

Переміщення робочого органу 13 здійснюється за допомогою механізму подачі, котрий приводиться в дію ручкою 9. Через диск 10 зусилля передається на штанги 8 та диски 18, які переміщують обкатник 13. Для підвищення жорсткості системи введена підвіска, яка складається з деталей та вузлів 11, 12, 14. Механізм подачі дає змогу ефективно обробляти поверхні по всій довжині.

В результаті обробки ВЗО підвищується мікротвердість і глибина приповерхневого зміцненого шару (рис. 2). Попереднє наводнювання в залежності від режиму підвищує мікротвердість (крива 2) або глибину (криві 3, 4) зміцненого шару. При наводнюванні зразка струмом 1 A/dm²

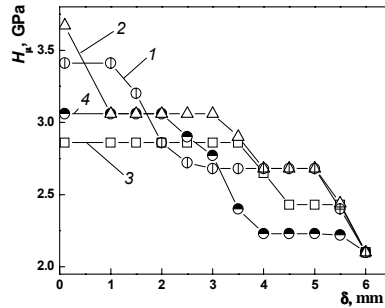


Рис.2. Мікротвердість сталі 40X після ВЗО: 1 – без наводнювання; 2 – наводнювання при 0,5 A/dm²; 3 – 1 A/dm²; 4 – 2 A/dm².

отримується значна глибина зміцнення до 3,5 mm, однак невисока мікротвердість зміцненого шару. При наводнюванні зразка струмом 2 A/dm² глибина зміцненого шару дещо зменшується - до 3 mm, однак спостерігається деякі підвищення мікротвердості зміцненого шару. Зразок без наводнювання має дещо вищу мікротвердість в порівнянні з попередніми кривими 1 і 2. Однак глибина зміцненого шару значно зменшилась і становить 1 mm. При наводнюванні зразка струмом 0,5 A/dm² глибина зміцненого шару зменшилась до 0,2 mm, однак зміцнений поверхневий шар отримав найбільшу мікротвердість. Максимальне збільшення мікротвердості відбулося в 1,75 раза, яке досягається наводнюванням при густині струму 0,5 A/dm². Отже, регулюючи густину струму наводнювання, можна збільшувати величину мікротвердості або глибину зміцнення.

Результати досліджень із застосуванням МІО показали підвищення мікротвердості та глибини зміцненого шару на сталі 35 в 1,5 раза (рис. 3). Незначне підвищення мікротвердості спостерігається на армко-залізі, хоча при цьому збільшується глибина зміцненого шару (рис. 4). Неохідно

відмітити, що найбільша мікротвердість при обидвох видах обробки отримується при густині струму $0,5 \text{ A / dm}^2$, при інших режимах отримуємо збільшення глибини зміцненого шару, що очевидно пов'язане з впливом водню на характер деформування приповерхневих шарів.

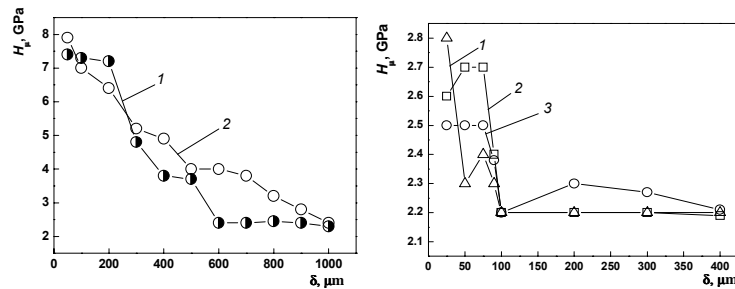


Рис.3. Мікротвердість сталі 35 після МІО: 1 - без наводнювання; 2 - наводнювання при $0,5 \text{ A/dm}^2$.

Рис.4. Мікротвердість армко-заліза після МІО: 1 - без наводнювання; 2 - наводнювання при $0,5 \text{ A/dm}^2$; 3 - 1 A/dm^2 .

Отже, використовуючи водень як сильнодіючу поверхнево-активну речовину, що полегшує пластичне деформування, вдається досягнути більш високої глибини та мікротвердості. Отримані результати дають змогу припустити, що причиною зміни властивостей металу під впливом водню є взаємодія його з дислокаціями, що утворюються під час деформації

Як показали результати проведених досліджень наводнювання, при вібраційній зміцнювальній та механоімпульсній обробках, позитивно впливає на підвищення мікротвердості або глибини зміцненого шару металу.

1. Полевой С. Н., Евдокимов В. Д. Упрочнение металлов. - М.: Машиностроение, 1986. - 320 с.
2. Рыкалин Н. Н., Углов А. А., Кокора А. Н. Лазерная обработка материалов. - М.: Машиностроение, 1975. - 296 с
3. Бабей Ю. И. Физические основы импульсного упрочнения стали и чугуна. - Киев: Наук. думка, 1988. - 240 с.
4. Похмурский В. И. Швед М. М., Яремченко Н. Я. Влияние водорода на процессы деформирования и разрушения железа и стали. - Киев: Наук. думка, 1977. - 60 с.
5. Ткачев В. И., Холодный В. И., Левина И. Н. Работоспособность сталей и сплавов в среде водорода. Львов - 1999. НАН Украины. ФМИ им. Г.В.Карпенко - 256 с.
6. Кирилів В.І. Поверхнєве легування сталей під час механоімпульсної обробки // Фіз.- хім. механіка матеріалів. - 1998. - №3. - С. 108-110