

УДК 621.9.044+621.785.52/53

Ушакова А.Є. студентка групи 131-21-1

Науковий керівник: Козечко В.А., к.т.н., доцент кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНЬОЇ УДАРНО-ХВИЛЬОВОЇ ОБРОБКИ НА ПАРАМЕТРИ ЦЕМЕНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СТАЛІ

Відомий спосіб хіміко-термічної обробки, що містить насичення поверхні деталі атомами металу, неметалу або металу з неметалами з метою зміни хімічного складу, структури та властивостей поверхневого шару металу та, як слідство, всієї деталі в цілому. Такий спосіб, наприклад, цементації, проводять при температурах, підвищених до 950 – 1050 °С. Однак це викликає значний зріст зерна у серцевині виробу, що негативно впливає на експлуатаційні характеристики деталі. Для повернення дрібнозернистого будування металу гартування необхідно проводити не відразу після насичення, а з повторного нагріву. Це приводить до зростання енергозатрат та часу, без суттєвого збільшення товщини шару та його твердості.

Хіміко-термічна обробка складається з термічної та хімічної складових – під впливом температури відбуваються процеси дисоціації, абсорбції та дифузії різних хімічних елементів, що приводить до зміни хімічного складу, утворення нових фаз, змін у структурі. Наступне загартування та відпустка при низьких температурах приводить до утворення на поверхні високовуглецевого мартенситу, а в середині зберігається структура з низькою твердістю та високою в'язкістю. Все це приводить до збільшення твердості та зносостійкості поверхневого шару і покращенню інших експлуатаційних характеристик.

Дифузійний шар характеризується наступними параметрами: хімічний та фазовий склад, структура, загальна товщина, розподілення по товщині шару концентрації дифундуючого елементу, поверхнева твердість та ін.

Істотними недоліками цього способу є незначна товщина поверхневого шару зі зміненими властивостями, у більшості випадків не перевищуюча 0,8 – 1 мм, а також велика тривалість процесу обробки (6-8 год).

Тому, задача удосконалення способу хіміко-термічної обробки, у якому шляхом застосування нових технологічних параметрів досягається можливість регулювання глибини проникнення легуючих елементів, а також керування параметрами поверхневого шару обробленої деталі і, за рахунок цього, підвищення її експлуатаційних характеристик є важливою і актуальною.

В якості модельного матеріалу була вибрана вуглецева конструкційна сталь 45, циліндричні зразки з якої розміром Ø60 x 200 мм піддавалися контактному вибуху зарядом вибухової речовини (ВР) з початковими параметрами: швидкість детонації ВР дорівнювала 2,6 км/с, товщина заряду – від 15 до 40 мм. Потім зразки піддали цементуванню в газовому середовищі метану при температурі 930°С пічах безперервної дії. Час цементування складав – 8 годин. Після цементації проводилось загартування з температури цементації та відпустка при температурі 180°С.

Для визначення глибини дифузійного шару проводились дослідження мікроструктури поперечних шліфів на оптичному мікроскопі «Neophot-22» при збільшеннях 250^x і 500^x, а також виміру мікротвердості на приладі ПМТ-3. Глибина дифузійного шару визначалась технічною глибиною цементованого шару.

Результати дослідження зведені в таблицю 1.

З приведених даних видно, що за той же час хіміко-термічної обробки при обробці заявленим способом глибина цементованого шару в 1,5 – 1,8 рази більше, ніж у відомому. Мікротвердість також зростає.

Таблиця 1 - Залежність параметрів цементованого шару від способу та параметрів обробки

Спосіб обробки	Глибина цементованого шару h, мм	Мікротвердість поверхні, Н _ц
Відомий спосіб	1	700
Комбінований спосіб (ударно-хвильове навантаження + цементация)		
Висота заряду ВР h, мм		
15	1,1	710
25	1,1	720
30	1,2	730
40	1,4	750

Ударно-хвильове навантаження приводить до збільшення щільності дислокацій ρ до $10^{10} \dots 10^{12} \text{ см}^{-2}$, в залежності від тиску, що приводить до зміцнення металу. При цьому, значення зміцнення залежить не тільки від тиску на фронті ударної хвилі, але і від часу дії цього тиску, який, в свою чергу, визначається товщиною шару ВР. Таким чином, зміцнення металу визначається імпульсом дії ударної хвилі, який впливає не тільки на щільність дислокацій, але і на розподіл їх по об'єму субзерен та в малокутових границях з утворенням дислокаційних каналів. При ударно-хвильовому навантаженні, при певних параметрах, формується ячеїста структура з зменшенням середнього розміру ячіїк, а також утворюється велика кількість крапкових дефектів, зокрема деформаційних вакансій. Все це сприяє проходженню дифузійних процесів при наступній хіміко-термічній обробці.

Одночасно, при ударно-хвильовому навантаженні утворюються стискаючі залишкові напруження в поверхневих шарах металу, що досягають $\sim 1200 \text{ МПа}$. Це приводить до додаткового стимулювання дифузійних процесів і фазових перетворень, що відбуваються при наступній хіміко-термічній обробці деталей.

Застосування даного способу дає можливість регулювання товщини дифузійного цементованого шару за той же час обробки, в порівнянні з відомим способом, його твердості, а також зменшити час проведення хіміко-термічної обробки. Все це дозволяє підвищити надійність і ресурс експлуатації виробів, підданих хіміко-термічній обробці.

Перелік посилань

1. MECHANICAL LOADING SYSTEMS SAFETY PROCESSES MODELING I.Savchenko, A. Shapoval, V. Kozechko, V.Voskoboynik, O. Khrebtova, S. Shlyk // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. doi:10.1088/1757-899X/1164/1/012070

2. Влияние предварительной ударно-волновой обработки на параметры низколегированной стали / Р.П. Дидык, В.А. Безрукавая, Л.В. Грязнова, А.Г. Лисняк // Металлофизика и новейшие технологии. К., т. 30, №9 – 2008, с. 1289 – 1295.