

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР «ІМЕСГ» НААН**



***ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***VII Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди  
113-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора,  
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,  
віце-президента УАСГН  
КРАМАРОВА  
Володимира Савовича  
(1906-1987)***

**«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

***20-21 лютого 2020 року  
м. Київ***

УДК 621.74.046:539.216:539.37/.38

## **ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВТОРИННИХ ФАЗ І ЇХ ВИЛИВ НА НАДІЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**

**Є. Г. АФТАНДІЛЯНЦ**, доктор технічних наук, професор  
*Національний університет біоресурсів і природокористування України*  
*E-mail: aftyev@hotmail.com*

Формування нанооб'єктів в твердій фазі можливо в результаті розпаду твердих розчинів. Отримання нанорозмірних об'єктів (карбідів, нітридів, інтерметалідів та інш.) при розпаді твердих розчинів використовується при виготовленні загартованих і відпущених матеріалів та дисперсійно -твердих сплавів.

Процес полягає в нагріві сплаву до високої температури (як правило вище за температуру фазових перетворень), для розчинення великих первинних фаз і гомогенізації твердого розчину, фіксації отриманого стану швидким

охладженням (загартуванням) і виділенні з твердого розчину дисперсних вторинних фаз в процесі відпуску або старіння.

Термічна обробка сплавів, властивості яких визначаються дисперсністю і розподілом вторинної фази, має ряд особливостей. Температура нагріву і витримка сплавів перед загартуванням визначається умовами максимального розчинення вторинних фаз в матриці і мінімального розміру зерна. Збільшення температури нагріву і часу витримки під загартування призводить до інтенсифікації процесу розчинення вторинних фаз і одночасно до зростання зерен. Відпуск або старіння після загартування призводить до виділення і коагуляції вторинних фаз, розмір і розподіл яких істотно залежать від режимів термічної обробки і хімічного складу сплаву.

Процес виділення вторинних фаз залежить від зміни вільної енергії системи і термодинамічних параметрів фазових перетворень, які визначають послідовність структурних станів сплаву і закономірності зародження центрів нових фаз і їх зростання.

Температура рівноваги різних фаз в металі істотно залежить не стільки від абсолютної зміни вільної енергії системи, скільки від співвідношення зміни вільних енергій початкової фази та фази, що утворюється. Якщо зміна вільної енергії початкової фази, наприклад при легуванні фериту, повністю або значною мірою унаслідкується в процесі фазового перетворення, фазою, що утворюється, наприклад аустенітом, то зміщення температури початку фазового перетворення при нагріві відбуватиметься в область вищих температур. У випадку якщо унаслідкується частина зміни вільної енергії початок процесу буде зміщуватися в область нижчих температур.

Необхідною умовою отримання дисперсних фаз є їх розчинення в процесі високотемпературного нагріву. Температура рівноваги вторинних фаз і твердого розчину визначається термодинамічною активністю компонентів фаз і вільною енергією їх утворення в розчині, які, у свою чергу, залежать від хімічного складу.

Кінетика виділення вторинних фаз з твердого розчину контролюється змістом фазоутворюючих елементів в твердому розчині, температурою, яка визначає величину термодинамічного стимулу реакції виділення, дифузиею компонентів, що утворюють вторинну фазу і часом процесу.

Кінетика розчинення і виділення вторинних фаз в аустеніті визначається змістом фазоутворюючих елементів, відхиленням температури процесу від температури рівноваги фаз, часом процесу і активністю компонентів в твердому розчині.

Особливість виділення вторинних фаз при високотемпературному відпуску загартованих залізобуглецевих сплавів полягає в тому, що процес починається з утворення ізоморфних матриці дископодібних зон елементів заміщення і втілення, перетворення їх в "змішані" зони, що включають елементи заміщення і втілення і, нарешті, виділення вторинної фази з кристалічною решіткою В1 незалежно від її рівноважного стану з наступною перебудовою в рівноважну структуру.

Результати досліджень показують, що кінетика виділення карбідів і нітридів при відпуску загартованої конструкційної сталі описується дифузійною рухливістю і межею розчинності вуглецю і азоту у фериті, а також тривалістю процесу.

Визначені закономірності забезпечують прогнозування кінетики виділення нанорозмірних карбідної та нітридванадієвої фаз в низько- і середньолегованих конструкційних сталях і оптимізацію температурно-часових параметрів їх поліпшення з метою рівномірного розподілу нанорозмірних дисперсних вторинних фаз в матриці.

Виготовлення таких відповідальних деталей сільськогосподарських машин, як ланки гусениць, ведучі колеса та катки тракторів з низько легованих конструкційних сталей з нанорозмірними частинками нітридів ванадію та їх застосування дозволило знизити швидкість абразивного зношування в 1,5 – 2 рази, а робочий ресурс підвищить в 2-2,5 рази.

Отримані аналітичні залежності забезпечують можливість комп'ютерної оптимізації хімічних складів і режимів термічної обробки конструкційних сталей з оптимальним поєднанням рівня легування, абразивної зносостійкості і ресурсу роботи відповідальних деталей сільськогосподарських машин.