

УДК 669.1'24:537.636

Золотаревський І.В.¹, Золотаревський О.І.², Щетініна М.О.²

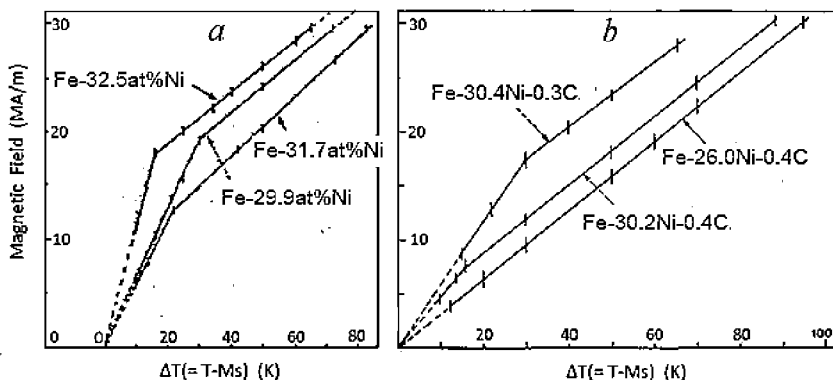
¹ канд. фіз.-мат. наук, доц. НУ “Запорізька політехніка”

² ст. лаборант НУ “Запорізька політехніка”

МАГНІТНИЙ ФАЗОВИЙ ПЕРЕХІД ПЕРШОГО РОДУ У СПЛАВАХ ЗАЛІЗА ІНВАРНОГО ТИПУ

Зміщення мартенситної точки MS у магнітному полі раніше було пояснене узагальненням рівняння Клапейрона-Клаузіуса, враховуючи, що зміна термодинамічного потенціалу у сильному зовнішньому полі напруженістю H визначається різницею магнітних моментів фаз [1] і різницею їх об'ємів

внаслідок магнітострикції [2]. Дослід показує, що у багатьох випадках зміщення M_s у магнітному полі (ΔM_s) пропорційне напруженості поля H_K , як це можна спостерігати на рис. 1б – сплав Fe-26,0Ni-0,4C. Це якісно співпадає з теоретичними оцінками [1, 2]. Разом з тим криві, зображені на рис. 1а, і інші криві на рис. 1б, які суттєво відхиляються від прямої лінії в області слабших полів, не знаходять пояснень у рамках запропонованих моделей. Крім того, ефективність впливу магнітного поля на ΔM_s в деяких сталях і сплавах заліза в багато раз перевищує розраховане значення по узагальненим рівнянням Клапейрона-Клаузіуса [1, 2].

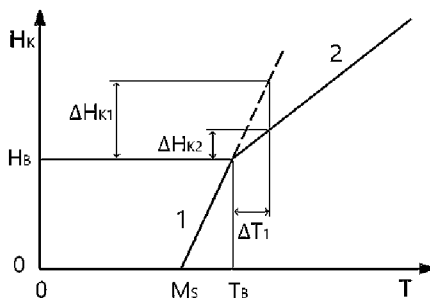


а – інварні сплави Fe-Ni; б – сплави Fe-Ni з добавкою вуглецю.

Рисунок 1 – Залежність між напруженістю критичного магнітного поля H_K і зміщенням мартенситної точки ΔT [3, 4].

Автори робіт [3, 4] пояснили існування двох видів залежності $H_K(\Delta T)$ двома станами γ -фази: «інварного» і «неінварного». Таке пояснення має суттєві недоліки. Не зупиняючись на них, коротко з'ясуємо наш підхід до цього питання.

У попередній роботі [5] (Тиждень науки–2020) нами обґрунтовується точка зору, згідно якої МП у сплавах заліза у сильному магнітному полі може протікати двома різними шляхами: як «структурний фазовий перехід», який завжди є переходом першого роду, і як «магнітний фазовий перехід першого роду». Останній здійснюється силами обмінної взаємодії між електронами незаповнених 3d підоболонки атомів в ГЦК структурі, коли міжатомна відстань за рахунок об'ємної магнітострикції (парапроцесної, спонтанної або сукупної) досягає критичного значення d_K (рис. 2, точка на графіку з координатами H_B ; T_B).



H_B і T_B – координати точки на кривій, яка відділяє «структурний фазовий перехід» (1) від «магнітного фазового переходу першого роду» (2).
Рисунок 2 – Пояснення залежності між напруженістю критичного магнітного поля H_K і зміщенням мартенситної точки ΔT в інварних сплавах Fe-Ni.

При подальшому підвищенні температури на ΔT_1 потрібно збільшити напруженість критичного магнітного поля на ΔH_{K1} . Таке збільшення напруженості потрібне для звичайного «структурного фазового переходу». Але оскільки при температурі T_B було досягнуто критичної міжатомної відстані d_K , то при наступній температурі $T_B + \Delta T_1$ (в інших умовах теплового руху) її значення досягається при збільшенні критичної напруженості магнітного поля на $\Delta H_{K2} < \Delta H_{K1}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кривоглаз, М.А. О влиянии сильных магнитных полей на фазовые переходы / М.А. Кривоглаз, В.Д. Садовский // ФММ. – 1964. – Т. 18. – С. 502–505.
2. Золотаревский, И.В. Влияние магнитострикции на сдвиг точки мартенситного превращения в сильном магнитном поле / И.В. Золотаревский, Н.С. Косенко, М.А. Кривоглаз // Металлофизика. – 1979. – Т. 1, № 2. – С. 17–22.
3. Magnetic Field-Induced Martensitic Transformations in Fe–Ni–C Invar and Non-Invar Alloys / T. Kakeshita, K. Shimizu, S. Kijima and others // Trans. Jpn. Inst. Met. – 1985. – V. 26. – P. 630–637.
4. Composition dependence of magnetic field-induced martensitic transformations in Fe–Ni alloys / T. Kakeshita, K. Shimizu, S. Funada and others // Acta metal. – 1985. – V. 33, № 8. – P. 1381–1389.
5. Золотаревський, І.В. Вплив сильних імпульсних магнітних полів на мартенситне перетворення у сплавах заліза. Статистичні закономірності / І.В.

Золотаревський, М.О. Щетініна, О.І. Золотаревський // Тиждень науки–2020:
збірник тез доп. – (у друку)