

ПРО ЗАРОДЖЕННЯ α -МАРТЕНСИТУ В СТАЛЯХ І СТОПАХ НА ОСНОВІ Fe-Ni В СИЛЬНОМУ ІМПУЛЬСНОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ ТА БЕЗ НЬОГО

Відомо, що мартенситне $\gamma \rightarrow \alpha$ -перетворення (МП) в сталях і стопах заліза може протікати двома принципово різними кінетичними варіантами. Здавалось би, одне і те ж перетворення, але в близьких складах або навіть і в одному складі, воно може проходити по-різному: в ізотермічних умовах (ізотермічна кінетика) або тільки при зниженні температури (атермічна кінетика). Опираючись на експерименти з впливу сильних імпульсних і постійних магнітних полів, а також високих всебічних тисків на стопи з подвійною кінетикою перетворення, було припущено, що ці процеси відносно незалежні і їх інтервали перетворень можуть взаємно перетинатися. Але причини такої поведінки мартенситної реакції до цих пір не встановлені.

На цей час накопичено великий експериментальний матеріал як у відношенні до досліджень самого МП в сталях і стопах заліза, так і досліджень магнітного стану γ -фази у зв'язку з інварною проблемою. Показано, що поряд з вимушеною магнітострикцією при парaproцесі велике значення при мартенситному перетворенні в сталях і стопах на основі Fe-Ni має спонтанна магнітострикція [1-2]. Ці магнітострикції в інварних і близьких до них складів мають аномально велику величину і призводять до значних змін пружної енергії фаз і навіть можуть призвести до зміни механізму $\gamma \rightarrow \alpha$ -перетворення з типово структурного на магнітний.

Мета роботи. Виходячи з магнітного стану аустеніту, враховуючи його неоднорідну магнітну і концентраційну структуру, опираючись на дислокаційну модель мартенситного перетворення, пояснити кінетичні особливості мартенситного $\gamma \rightarrow \alpha$ -переходу в сталях і стопах на основі Fe-Ni.

В роботі аналізуються бінарні стопи Fe-Ni з інварними властивостями і сталі та стопи на їх основі: Fe-Ni-C, Fe-Ni-Cr-C, Fe-Ni-Mn.

Розглядаються питання:

1. Основні інварні властивості ГЦК-фази стопів Fe-Ni (інварні аномалії): коефіцієнт термічного розширення, спонтанна і вимушена магнітострикції, коефіцієнт всебічного стиснення, залежність точки Кюрі і намагніченості від всебічного тиску, залежність обмінного інтегралу від міжатомної відстані.

2. Неоднорідна магнітна структура інварних стопів Fe-Ni і хромонікелевих сталей.

3. Про зв'язок між інварними аномаліями та неоднорідностями магнітної і концентраційної структур. Звертається увага на дослід з опромінення стопів Fe-Ni швидкими електронами і можливість втрати неоднорідного стану в результаті виникнення достатньої кількості вакансій при невисоких температурах. Важливо, що при цьому втрачаються основні інварні властивості і разом з ними повністю втрачається можливість $\gamma \rightarrow \alpha$ -переходу при температурах до $T \rightarrow 0$ К.

4. «Ефект локального середовища» щодо концентраційних (магнітних) неоднорідностей. Якщо вибраний атом заліза в першій координаційній сфері має 9 або більше атомів Fe (найближчих сусідів), то цей атом втрачає свій магнітний момент. У даному випадку важлива головна сутність «ефекту». Вона полягає у порівняно сильній взаємодії одного з одним атомів даного конкретного елемента, що необхідно враховувати при аналізі впливу магнітного поля на стабільність магнітних неоднорідностей при МП.

5. Три типи характерних залежностей напруженості критичного магнітного поля, при якій з'являються перші порції мартенситу, від температури зміщення мартенситної точки. Показано, що вони можуть бути пояснені неоднорідним магнітним і концентраційним станом γ -фази.

6. Розподіл зміщення мартенситної точки в сильному магнітному полі від вмісту атомів заліза в γ -фазі; те ж саме від сукупного складу антиферомагнітних атомів і від відношення антиферомагнітних атомів до конкуруючих атомів нікелю.

7. Вимушена магнітострикція і зменшення гістерезису МП у сильному магнітному полі. Врахування неоднорідного стану.

8. Дві кінетики МП в стопах Fe-Ni, Fe-Ni-Mn, Fe-Ni-Mo. Інварне зміцнення аустеніту. Зміцнення аустеніту і мартенситу вуглецем. Моделі зародження мартенситу в стопах заліза. Дислокаційна модель і її застосування до пояснення кінетичних особливостей МП в сталях і стопах на основі Fe-Ni.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Золотаревский, И.В. Мартенситное превращение в системах на основе составов Fe-Ni в сильных магнитных полях / И.В. Золотаревский // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2020. – № 2. – С. 22–29.

2. Zolotarevsky, I.V. Martensitic Transformation in Fe-Ni Alloys with Addition of Chromium, Manganese, and Carbon in High Magnetic Fields / I.V. Zolotarevsky, M.O. Schetininina, O.I. Zolotarevsky // Physics of Metals and Metallography. – 2021. – V. 122, № 2. – P. 127–133.