

Єфімов М.О., Єфімова К.О. Дудка О.І.¹, Пулковський В.Ю.¹
(ІІМ НАН України, м. Київ, ¹НТУУ «КПІ», м. Київ)
МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХНІ АУСТЕНІТНИХ СТАЛЕЙ
НАДКОРОТКОІМПУЛЬСНИМ НАНОСЕКУНДНИМ ЛАЗЕРОМ
 E-mail: e_efimova@ukr.net

Досліджено вплив лазера з імпульсами наносекундної довжини на структурні перетворення в приповерхневому шарі сталей аустенітного класу. Використовували рубіновий лазер з наступними технічними параметрами: енергія імпульсу $E \sim 1$ Дж, середня тривалість імпульсу $\tau = 20 \dots 30$ нс; питома потужність імпульсу $w = (3 \dots 5) \cdot 10^8$ Вт/см². Вплив лазерного випромінення вивчали на сталях X18H10T і 13X20.

Показано, що під впливом ударної хвилі короткоімпульсного наносекундного лазера рентгенівські лінії γ -твердого розчину в сталі X18H10T розщеплюються на 2 піки, в сталі 13X20 – на 4 піки, при чому один з них відповідає твердому розчину вихідної концентрації (рис. 1).

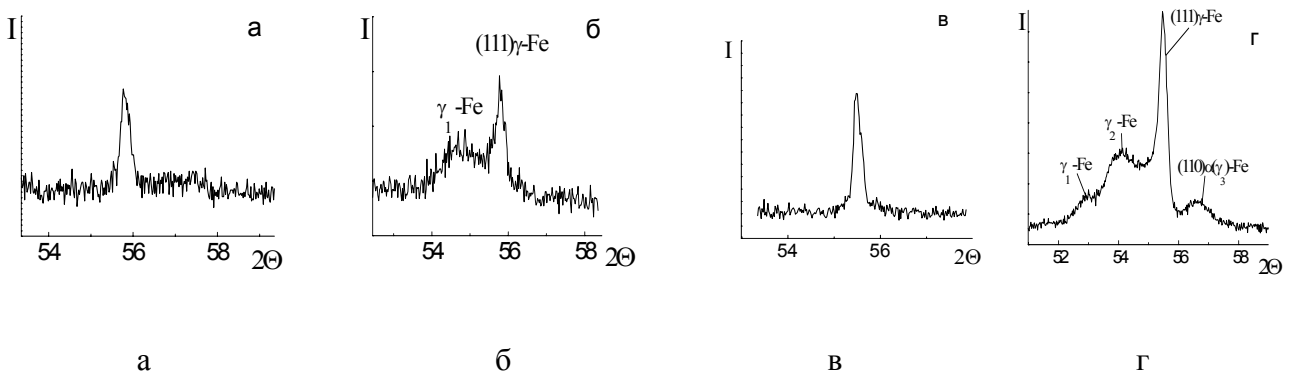


Рис. 1. Форма рентгенівських дифракційних ліній від зразків дослідних сталей: а – X18H10T, вихідний стан; б – X18H10T, опромінення наносекундним лазером; в – 13X20, вихідний стан; г – 13X20, опромінення наносекундним лазером

Параметр кристалічної решітки нових твердих розчинів збільшений на 1,2...2,0%, а фізичне розширення їх ліній приблизно в 5 разів вище, ніж у основного твердого розчину. Додаткові піки зникають після видалення з поверхні шару завтовшки 5 мкм, а після стравлювання шару завтовшки 20 мкм ширина основного піка стає рівною вихідній.

Електронно-мікроскопічне дослідження виявило в опроміненому шарі осередки розміром близько 0,5 мкм з розмитими дислокаційними кордонами (рис. 2). Рентгеноспектральний аналіз показав, що хімічний склад ділянок фольги в кордоні й тілі осередку однаковий.

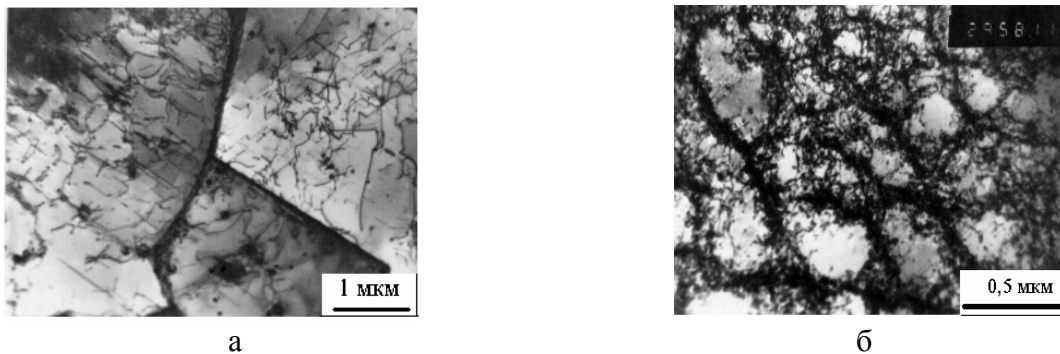


Рис. 2. Структура приповерхневого шару зразків сталі X18H19T: а – вихідний стан; б – опромінення наносекундним лазером

Випромінювання імпульсного наносекундного лазера викликає зміцнення приповерхневого шару аустенітних сталей. Так, мікротвердість поверхні сталі X18H10T, опроміненої наносекундною лазером, досягає 3,3 ГПа, порівняно з 1,6 ГПа у вихідному стані, при глибині зміцненого шару біля 10 мкм.

Висунуто припущення, що нова ГЦК нерівноважна фаза зі збільшеним параметром кристалічної решітки розташована на границях дислокаційних комірок. При цьому велика концентрація впроваджених атомів на дислокаціях гальмує їх перебудову в вузькі субграниці (яка пов'язана з процесами поперечного ковзання, полігонізації та анігіляції дислокацій).

Утриманню міжвузлових атомів у нових положеннях після проходження фронту ударної хвилі сприяє утворення комплексів «домішка – міжвузловий атом», формування яких можливо в твердих концентрованих розчинах.