

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФЕРРОМАГНИТНОГО СПЛАВА Ni_2MnGa С ЭФФЕКТОМ ЗАПОМИНАНИЯ ФОРМЫ

Е. В. Шматок

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель О. М. Остриков

Целью данной работы стало изучение особенностей пластической деформации, формирования каналов Розе и разрушения монокристаллов Ni_2MnGa при микроиндентировании поверхности алмазной пирамидой Виккерса, а также моделирование напряженно-деформированного состояния системы параллельных линзовидных двойников, возникающих при индентировании его поверхности алмазной пирамидой Виккерса.

Монокристаллы сплава Гейслера (Ni_2MnGa) получали методом Бриджмена. Форма призмы образцам придавалась путем вырезания электроискровым способом вдоль заданных кристаллографических направлений. Далее проводилась обработка поверхности призм полированием [1].

Локальная дозированная деформация поверхности монокристаллов Ni_2MnGa осуществлялась при комнатной температуре в отсутствие магнитного поля. Перед помещением монокристалла на столик прибора образец подвергался растяжению либо сжатию для получения аустенитной или мартенситной фазы. Микроиндентирование поверхности проводилось алмазной пирамидой Виккерса прибора ПМТ-3 в диапазоне нагрузок на индентор до 2,0 Н.

На рис. 1, *а* представлено увеличенное изображение параллельных линзовидных двойников в области отпечатка пирамиды Виккерса. Как видно из рис. 1, *а*, двойники не имеют равную длину и расположены на разном расстоянии друг от друга.

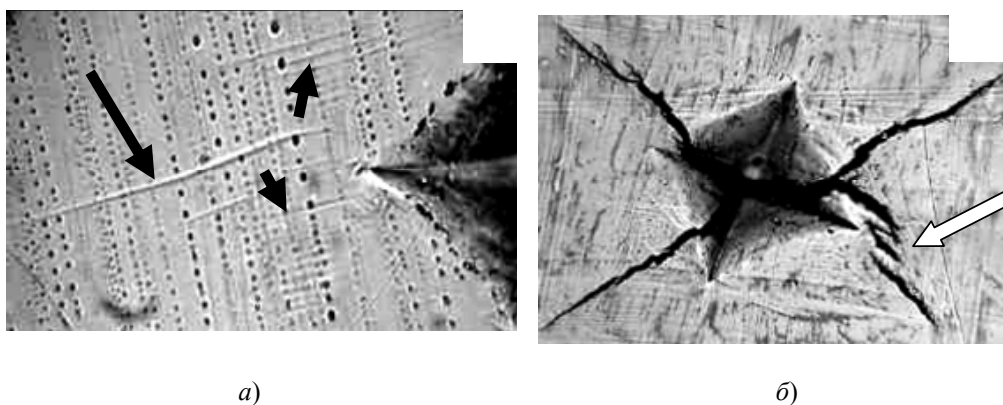


Рис. 1. Увеличенное изображение групп параллельных тонких линзовидных двойников (а) и трещин (б) у отпечатка пирамиды Виккерса на поверхности (100) монокристалла Ni_2MnGa (а – $\times 500$; б – $\times 300$)

Перевод монокристалла Ni_2MnGa из мартенситного в аустенитное состояние приводит к изменению деформационной картины у отпечатка индентора (рис. 1, *б*). Механическое двойникование, как правило, не проявляется. На смену ему приходит скольжение и разрушение. Развитие трещин у индентора происходит в четырех направлениях (рис. 1, *б*). Наблюдаются и каналы Розе (белая стрелка на рис. 1, *б*).

На рис. 1, а представлена типичная деформационная картина, возникающая на поверхности (100) мартенситной фазы Ni₂MnGa у отпечатка пирамиды Вика. Схематическое изображение этой деформационной картины в виде системы параллельных линзовидных двойников показано на рис. 2.

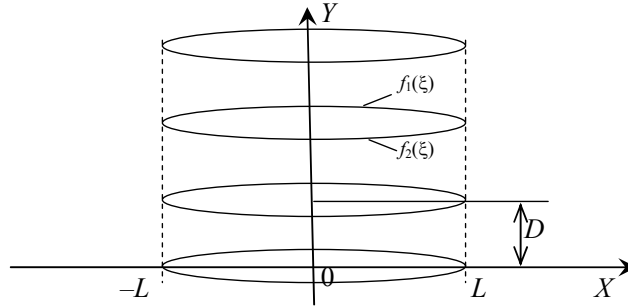


Рис. 2. Схематическое изображение системы параллельных линзовидных двойников

В приближении непрерывного распределения двойниующих дислокаций на двойниковых границах, использованного в [2]–[4], смещения u_i и напряжения σ_{ij} у такой системы двойников можно рассчитать по следующим формулам:

$$u_i(x, y) = u_i^{(1)}(x, y) + u_i^{(2)}(x, y); \tag{1}$$

$$\sigma_{ij}(x, y) = \sigma_{ij}^{(1)}(x, y) + \sigma_{ij}^{(2)}(x, y), \tag{2}$$

где i, j принимают значения x, y или z ; $u_i^{(1)}(x, y)$, $u_i^{(2)}(x, y)$ и $\sigma_{ij}^{(1)}(x, y)$, $\sigma_{ij}^{(2)}(x, y)$ – смещения и напряжения, обусловленные первой и второй границей двойника, соответственно [2].

Результатами данных расчетов являются изображения, представленные на рис. 3. Видно, что напряжения локализируются на двойниковых границах, а поля смещений симметричны относительно центра системы двойников.

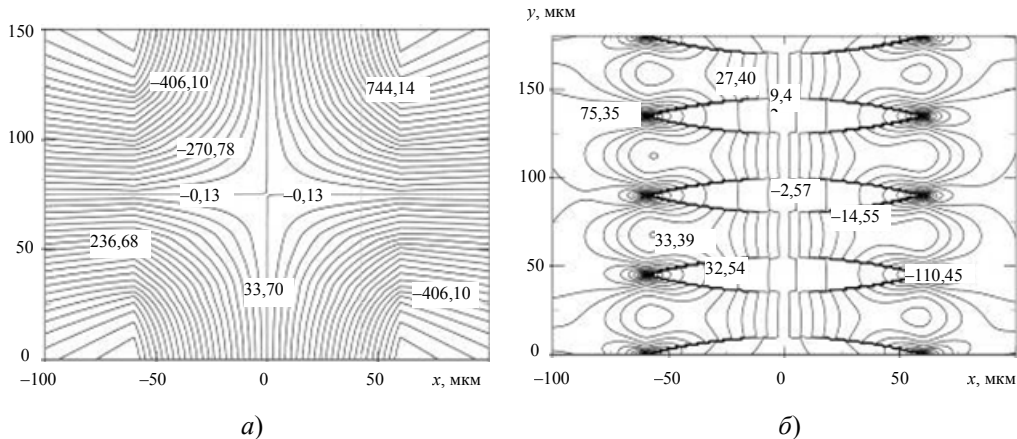


Рис. 3. Результаты расчетов полей смещений u_i и напряжений σ_{ij} в Ni₂MnGa, обусловленных системой параллельных линзовидных двойников:
а – смещения u_x ; б – напряжения σ_{xx}

Таким образом, изучены особенности двойникования и разрушения монокристалла Ni_2MnGa . На основании принципа суперпозиции предложен метод расчета смещений и напряжений в системе параллельных линзовидных остаточных механических двойников.

Л и т е р а т у р а

1. Sozinov, A. Stress- and magnetic-field-induced variant rearrangement in Ni-Mn-Ga single crystals with seven-layered martensitic structure / A. Sozinov [et al]. – Materials Science and Engineering. – 2004. – Vol. 378. – P. 399–402.
2. Остриков, О. М. Механика двойникования твердых тел : монография / О. М. Остриков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008 – 301 с.
3. Остриков, О. М. Напряженное состояние у поверхности кристалла, деформируемой сосредоточенной нагрузкой, при наличии клиновидного двойника / О. М. Остриков // Журн. техн. физики. – 2009. – Т. 79, № 5. – С. 137–139.
4. Остриков, О. М. Метод расчета распределения деформаций у клиновидного двойника с использованием подходов макроскопической дислокационной модели / О. М. Остриков // Изв. РАН. Механика твердого тела. – 2009. – № 4. – С. 52–58.