

**ПОСТАНОВКА СТАТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ
ДЛЯ ГРАНИЦ РАЗДЕЛА АУСТЕНИТ/МАРТЕНСИТ ФЕРРОМАГНИТНОГО КРИСТАЛЛА
С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ, ПОДВЕРГНУТОГО ОДНООСНОМУ РАСТЯЖЕНИЮ**

О.М. ОСТРИКОВ

*Белорусский государственный университет транспорта,
г. Гомель, Республика Беларусь*

Ю.В. ВАСИЛЕВИЧ

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

В.О. ОСТРИКОВ

*Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь*

Выполнена постановка статической задачи для границ мартенситной прослойки ферромагнитного кристалла с эффектом памяти формы в случае одноосного растяжения и предложено использование методов инженерных расчетов для ее решения.

Введение. К классу материалов, обладающих способностью обратимого изменения формы и размеров в результате действия механического напряжения или магнитного поля, относятся магнитострикционные и пьезоэлектрические материалы, а также сплавы с памятью формы [1]. Данные материалы обладают рядом преимуществ (магнитострикционные материалы – малое время срабатывания, сплавы с памятью формы – большое количество срабатываний) и недостатков, благодаря которым найдены соответствующие области их практического применения. Так, магнитострикционные материалы применяются в частотных стабилизаторах, акустических устройствах, приемниках звука, а также в микроприводах и магнитомеханических реле. А сплавы с памятью формы – в манипуляторах, используемых в медицине, разъемных и неразъемных соединениях, а также в термочувствительных силовых элементах.

Исследования ферромагнитных сплавов с памятью формы, направленные на поиск материалов, обладающих быстротой срабатывания и большими обратимыми деформациями, показали наличие данных свойств в сплаве Гейслера *Ni-Mn-Ga* [2]. Воздействие магнитного поля на сплав *Ni-Mn-Ga* позволило добиться величины обратимого изменения линейных размеров, равной 6% [3, 4].

Целью работы является постановка статической задачи для границ раздела аустенит/мартенсит подвергнутого одноосному растяжению ферромагнитного кристалла с памятью формы.

Постановка задачи. Основой для решения статической задачи в случае подвергнутого одноосному растяжению ферромагнитного кристалла с памятью формы являются разработанные в работах [5, 6] методы инженерных расчетов.

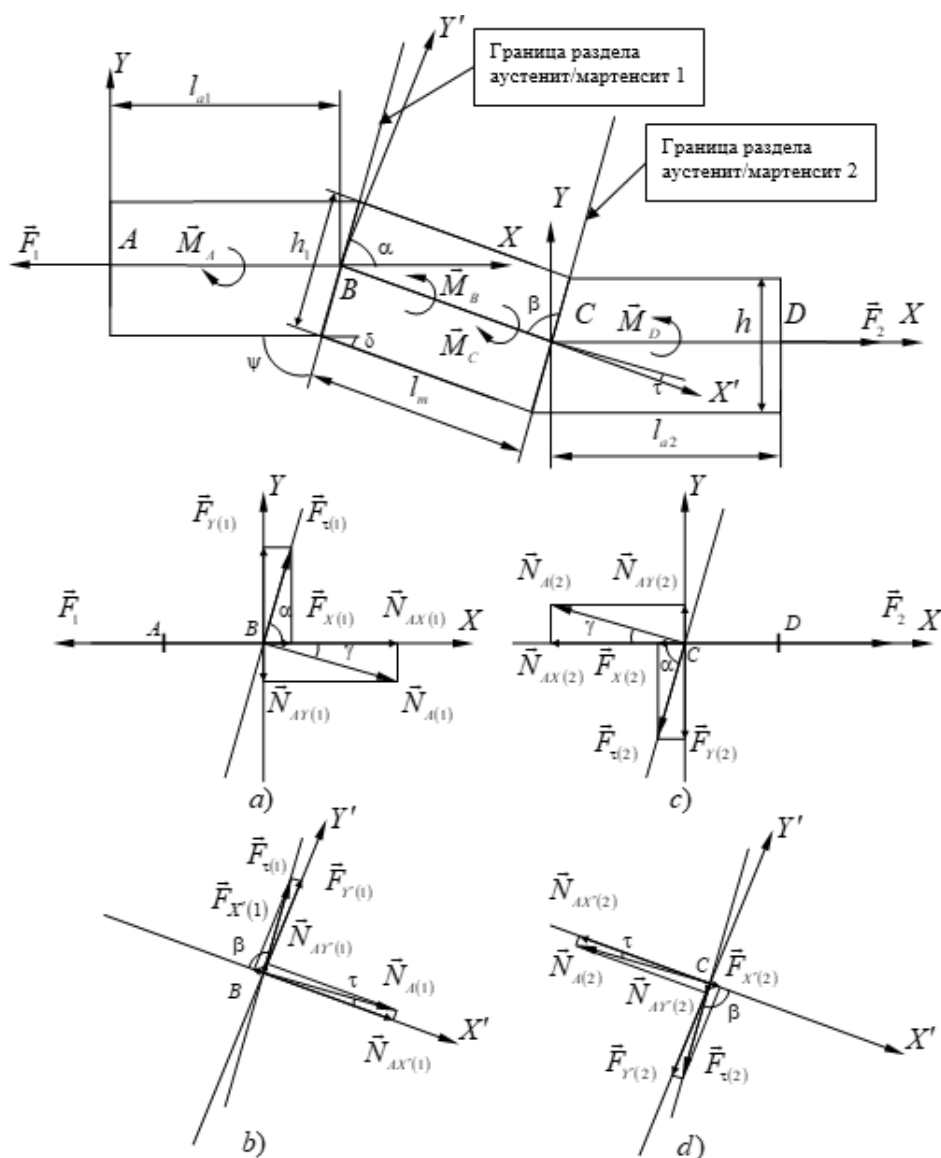


Рисунок 1. – Схематическое изображение, подвергнутого одноосному растяжению призматического ферромагнитного кристалла с эффектом памяти формы

Необходимым для решения статической задачи является нахождение моментов сил M_D , M_A , M_B , M_C и сил действующих в плоскостях границы раздела аустенит/мартенсит $F_{\tau(1)}$, $F_{\tau(2)}$, $N_{A(1)}$, $N_{A(2)}$, возникающих в результате действия на ферромагнитный кристалл с памятью формы с торцов образца растягивающих сил $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$. Из рисунка 1 видно, что силы на границах раздела $F_{\tau(1)}$, $F_{\tau(2)}$, $N_{A(1)}$, $N_{A(2)}$ ориентированны к оси OX , OY под углами α и γ и раскладываются на составляющие $F_{X(1)}$, $F_{Y(1)}$, $F_{X(2)}$, $F_{Y(2)}$, $N_{AX(1)}$, $N_{AY(1)}$, $N_{AX(2)}$, $N_{AY(2)}$ так же как $F'_{X(1)}$, $F'_{Y(1)}$, $F'_{X(2)}$, $F'_{Y(2)}$, $N'_{AX(1)}$, $N'_{AY(1)}$, $N'_{AX(2)}$, $N'_{AY(2)}$ ориентированы под углами β и τ к оси OX' , OY' .

Для нахождения численных значений сил действующих в плоскостях границ раздела аустенит/мартенсит необходимо определить, используя соотношение параметров кристаллической решетки полученное в работе [7], угол поворота мартенситной прослойки к поверхности кристалла – угол δ и угол поворота границ раздела аустенит/мартенсит – угол ψ .

Заключение. Таким образом, выполнена постановка статической задачи для границ раздела аустенит/мартенсит мартенситной прослойки в случае находящегося под действием растягивающих сил ферромагнитного кристалла с памятью формы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sozinov, A. Giant magnetic-field-induced strain in NiMnGa seven-layered martensitic phase / A. Sozinov, A.A. Likhachev, N. Lanska, K. Ullakko // *Applied Physics Letters*. – 2002. – V. 80. – P. 1746–1748.
2. Ullakko, K. Magnetically controlled shape memory alloys: a new class of actuator materials / K. Ullakko // *JMEP*. – 1996. – V. 5. – P. 405–409.
3. Likhachev, A.A. Influence of external stress on the reversibility of magnetic-field-controlled shape memory effect in Ni-Mn-Ga / A.A. Likhachev, A. Sozinov, K. Ullakko // *Proceedings of SPIE Smart Structures and Materials*. – 2001. – P. 197–206.
4. Murrey, S.J. 6% magnetic-field-induced strain by twin-boundary motion in ferromagnetic Ni-Mn-Ga / S.J. Murrey, M. Marioni, S M. Allen, R.C. O’Handley // *Appl. Phys. Lett.* – 2000. – V. 77. – P. 886–888.
5. Остриков В.О., Остриков О.М. Статика и динамика границы раздела аустенит/мартенсит в нагруженном призматическом монокристалле с эффектом памяти формы, находящемся в жесткой заделке // *Машиностроение : республиканский межведомственный сборник научных трудов / Белорусский национальный технический университет ; гл. ред. В. К. Шелег. – Минск : БНТУ, 2021. Вып. 33. – С. 139–147.*
6. Василевич Ю.В., Остриков В.О., Остриков О.М. Статика и динамика границ раздела аустенит / мартенсит мартенситной прослойки в нагруженном призматическом ферромагнитном монокристалле с эффектом памяти формы, находящемся в жесткой заделке // *Машиностроение : республиканский межведомственный сборник научных трудов / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: В. К. Шелег (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2023. – Вып. 34. – С. 139–146.*
7. Saren, A. Dynamic twinning stress and viscous-like damping of twin boundary motion in magnetic shape memory alloy Ni-Mn-Ga / A. Saren, K. Ullakko // *Scripta Materialia*. – 2017. – V. 139. – P. 126–129.