

**СПЛАВ NiFeGa, КАК МАТЕРИАЛ РАБОЧЕГО ТЕЛА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ  
ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В РАБОТУ**

**Сибирев А.В.<sup>1</sup>, Беляев<sup>1</sup> С.П., Реснина<sup>1</sup> Н.Н., Николаев<sup>2</sup> В.И., Тимашов<sup>2</sup> Р.Б.,  
Крымов В.М.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет,

<sup>2</sup>Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук,  
Санкт-Петербург, Россия E-mail: [alekspb@list.ru](mailto:alekspb@list.ru)

Уникальное свойство сплавов с эффектом памяти формы преобразовывать тепловую энергию в полезную работу позволяет использовать их в качестве материалов рабочего тела линейных приводов или двигателей. В этом случае сплав подвергается воздействию многократных теплосмен в интервале температур мартенситных переходов, поэтому важным при выборе материала является его термоциклическая стабильность. Сплав NiFeGa демонстрирует высокую стабильность функциональных свойств при механоциклировании, поэтому можно ожидать, что и при термоциклировании свойства этого сплава будут стабильными. Для того чтобы применять сплав NiFeGa в качестве материала рабочего тела привода необходимо исследовать стабильность его свойств при термоциклировании в режиме производства работы. Поэтому целью работы являлось исследование особенностей реализации эффектов памяти формы в сплаве NiFeGa в цикле производства работы.

Объектом исследования являлись монокристаллы сплава Ni<sub>55</sub>Fe<sub>18</sub>Ga<sub>27</sub> с ориентацией [001], выращенные методом Чохральского. Образцы испытывали в режиме кручения в цикле производства работы: образцы охлаждали под постоянным напряжением 0, 30, 70 или 100 МПа до комнатной температуры, при которой сплав находился в мартенситном состоянии, догружали до напряжения 150 МПа и нагревали под этим постоянным напряжением до температуры 140 °С, при которой сплав находился в аустенитной фазе. Во время догрузки происходила дополнительная деформация по механизму переориентации мартенсита, поэтому величина эффекта памяти формы могла превышать значение деформации, накопленной при охлаждении. Полученные результаты показали, что стабилизация свойств сплава (температуры реализации эффектов памяти формы и их величина) происходит за первые три - четыре термоцикла и при последующем термоциклировании свойства сплава меняются незначительно. В работе показано, что зависимость величины необратимой деформации от нагрузки, действующей при охлаждении нелинейна: минимум был достигнут при охлаждении под нагрузкой 30 МПа. В случае охлаждения без нагрузки, когда вся деформация накапливалась за счёт ориентации мартенсита при комнатной температуре, накопленная пластическая деформация была выше, чем в случае охлаждения под нагрузкой 30 и 70 МПа, но ниже чем при охлаждении под нагрузкой 100 МПа. Вычислена полезная работа, совершаемая сплавом в рабочем цикле, и показано, что её максимальное значение 1,15 МДж/м<sup>3</sup> достигается в цикле, в котором сплав охлаждали под напряжением 30 МПа и нагревали под напряжением 150 МПа. Показано, что сплав Ni<sub>55</sub>Fe<sub>18</sub>Ga<sub>27</sub> выгодно отличается от сплава TiNi и других сплавов с эффектом памяти формы высокой стабильностью функциональных свойств при термоциклировании в режиме производства работы.

*Работа выполнена при поддержке гранта президента РФ для молодых кандидатов наук МК-1261.2017.8.*