

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лаврентьева Михаила Геннадьевича
«Принципы формирования анизотропной структуры термоэлектрических
материалов на основе халькогенидов висмута и сурьмы для оптимизации их
функциональных характеристик», представленной на соискание ученой
степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 –
Физика полупроводников

Термоэлектрические материалы на основе халькогенидов висмута и сурьмы активно исследуются мировым научным сообществом начиная с середины 20 века. Среди термоэлектрических устройств на их основе особый интерес представляют низкотемпературные термоэлектрические генераторы, преобразующие «бросовое» тепло в электрическую энергию. Действующие образцы таких генераторов уже активно используются для питания маломощных датчиков и миниатюрных электронных устройств. Материал элементов термоэлектрических модулей работает в сложных температурных условиях, при которых за счет градиента температур в нем могут возникать термические напряжения, приводящие в предельном случае к разрушению материала и выходу из строя элементов модуля. Это накладывает дополнительные требования к качеству термоэлектрических материалов, применяемым в данных устройствах, и его значение особенно возрастает при наблюдаемой миниатюризации термоэлектрических устройств. Поэтому поставленная в данной диссертационной работе задача, направленная на разработку технологии получения объемного термоэлектрического материала на основе халькогенидов висмута и сурьмы с высокой добротностью и хорошими механическими свойствами, является очень актуальной.

В работе Лаврентьева М.Г. впервые предлагается использовать для этого метод искровой плазменной экструзии (ИПЭ). В результате были

получены термоэлектрические материалы $\text{Bi}_{0,4}\text{Sb}_{1,6}\text{Te}_3$ и $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,85}\text{Se}_{0,15}$ с добротностью $Z=3,38 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ и $Z=2,98 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ соответственно и пределом прочности на сжатие 210-240 МПа. Кроме того, в работе было показано, что пропускание импульсного тока в процессе искровой плазменной экструзии приводит к формированию острой аксиальной структуры в халькогенидах висмута и сурьмы, которая и приводит к существенному повышению термоэлектрических свойств данных соединений.

Отдельно стоит выделить раздел диссертационной работы, посвященный исследованию халькогенидов висмута и сурьмы, полученных методом горячей экструзии. В работе с помощью математического моделирования были показаны основные особенности формирования напряженно-деформированного состояния экструдированных образцов. Проведен расчет формирования полей скоростей, напряжений и деформаций в процессе экструзии при различной конструкции фильеры. Определено влияние параметров процесса экструзии (температуры и скорости экструзии) и гранулометрического состава исходных порошков на формирование структуры, текстуры и термоэлектрических свойств экструдированного материала. Эти результаты представляют особый интерес, так как они могут быть использованы при разработке серийной технологии получения халькогенидов висмута и сурьмы.

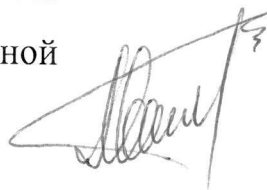
В качестве замечания можно отметить следующее:

В разделе, посвященном математическому моделированию процесса горячей экструзии, варьируются только параметры угла раскрытия фильеры и выходного диаметра. Не рассмотрено, как на напряженно-деформированное состояние экструдированного материала влияют длина цилиндрической части и радиус скругления фильеры.

Указанное замечание не умаляет ценности диссертационной работы. Диссертация Лаврентьева М.Г. является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным «Положением о порядке

технологическом университете «МИСиС»», а ее автор – Лаврентьев Михаил Геннадьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – Физика полупроводников.

Директор департамента
лицензирования и разрешительной
деятельности ФГУП «НО РАО»,
кандидат технических наук



М.Ю. Бамборин

02.02.2023 г.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» (ФГУП «НО РАО»)
119017, Москва, Пятницкая ул., д.49А, к.2

MYBamborin@norao.ru

Подпись Бамборина М.Ю. удостоверяю:

Директор по персоналу ФГУП «НО РАО» В.С. Короткова

