

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Яковлевой Г.В. "Исследование влияния замещений в катионной и анионной подрешетках на термоэлектрические свойства диселенида вольфрама", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности  
02.00.04 – физическая химия

Термоэлектрические генераторы, работающие на эффекте Зеебека, обладают такими уникальными достоинствами, как полная автономность, экологичность, высокая надежность и долговечность, достаточно высокие удельные энерго-весовые характеристики. Главный же недостаток термоэлектрических генераторов – их низкая эффективность, как правило, не превышающая ~ 10-12 %. Однако, даже не смотря на столь низкую эффективность, применение термоэлектрических генераторов постоянно растет. Более того, во многих случаях применение термоэлектрических генераторов является фактически безальтернативным (системы энергопитания космических объектов для освоения дальнего космоса, энергоустановки на морских и подводных объектах, различные устройства, удаленные от линий электропередач, например, функционирующие в условиях высокогорья или Крайнего севера и т.д.).

Низкая эффективность преобразования тепловой энергии в электрическую, в первую очередь, определяется свойствами используемого термоэлектрического материала. Для эффективной термоэлектрической генерации за счет эффекта Зеебека, используемый материал должен обладать оптимальным сочетанием таких физических свойств, как высокая удельная электропроводность, высокое значение термо-ЭДС (или коэффициента Зеебека), низкая теплопроводность. К настоящему времени, только для ограниченного числа материалов удалось добиться удовлетворительного сочетания этих свойств, определяющих их термоэлектрическую добротность и делающих пригодными для коммерческого использования. Таким образом, поиск новых термоэлектрических материалов является актуальной областью исследований. С учетом вышесказанного, основное направление и тематика диссертационной работы Яковлевой Г.Е. являются, безусловно, актуальными.

К числу наиболее существенных научных результатов можно отнести следующее.

1. Впервые изучены термоэлектрические свойства твердых растворов замещения  $W_{1-x}Nb_xSe_{2-y}S_y$ . Установлено, что в исследуемых соединениях замещение Se на S приводит к увеличению размера зерна, изменению зонной структуры материала и, как следствие, изменению термоэлектрических свойств.

2. Показано, что увеличение концентрации ниобия в соединениях  $W_{1-x}Nb_xSe_{2-y}S_y$  приводит к уменьшению теплопроводности и увеличению термоэлектрической эффективности материала.

3. С точки зрения максимальной термоэлектрической эффективности разработан оптимальный состав исследуемых твердых растворов:  $W_{0.98}Nb_{0.02}Se_{1.7}S_{0.3}$ .

В качестве пожеланий на будущее следует отметить, что слово «Исследование.....» в названии работы, на мой взгляд, лишнее и смысл работы при его отсутствии не поменяется, а температурный интервал исследования термоэлектрических свойств следовало бы увеличить до максимума термоэлектрической эффективности.

ИИХ СО РАН  
ВХ М 15325-103  
ОТ  
на 10 л

Сделанные пожелания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Яковлевой Г.Е.

В целом, работа выполнена на высоком научном уровне, хорошо апробирована. По объему приведенных исследований, их актуальности и новизне диссертация удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Галина Евгеньевна Яковлева заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Профессор кафедры физики твердого тела  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
технический университет»,  
доктор физико-математических наук  
(специальность 01.04.07), профессор

Юрий Егорович Калинин  
14.09.2019

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»,  
394026, г. Воронеж, Московский пр. 14. Тел.: +7-473-246-66-47,  
E-mail: kalinin48@mail.ru.

