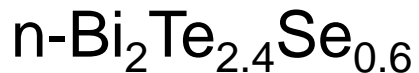




II Международная научно-практическая конференция  
«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Улучшение характеристик  
термоэлектрических  
генераторных батарей на  
основе теллурида висмута  
путем оптимизации параметров  
горячего прессования



Гребенников А.А., [anton18885@yandex.ru](mailto:anton18885@yandex.ru)

16-18 сентября 2020 г  
Воронеж, Россия





«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

# Введение

Теллурид висмута и соединения на его основе являются основными материалами для производства термоэлементов p- и n- типа, работающих в области температур до 300 °С. Изделия на их основе серийно выпускаются промышленностью. Чтобы улучшить свойства материалов и повысить выходные характеристики изделий необходимо вносить изменения в отлаженный технологический процесс, что может быть связано с существенными трудностями. Поэтому актуальной является задача повышения термоэлектрической добротности теллурида висмута при минимальных изменениях технологического процесса его получения. Один из вариантов ее решения заключается в оптимизации параметров процесса горячего прессования. В работе исследовано влияние параметров процесса горячего прессования (давления прессования и времени выдержки под давлением) на термоэлектрические свойства твердого раствора  $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,4}\text{Se}_{0,6}$  n-типа.



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

# Методика эксперимента

Образцы  $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,4}\text{Se}_{0,6}$  получены по двухстадийной технологии – синтез химического соединения с последующим горячим прессованием. Для каждого образца изменялось давление прессования и/или время выдержки под давлением.

| № образца | Режим горячего прессования |                      |        |
|-----------|----------------------------|----------------------|--------|
|           | T, °C                      | p, т/см <sup>2</sup> | t, мин |
| 1         | 400                        | 5                    | 5      |
| 2         | 400                        | 5                    | 20     |
| 3         | 400                        | 5,5                  | 10     |

Теплопроводность образцов исследовалась на установке Netzsch LFA 467, в интервале температур 30 – 300 °C.

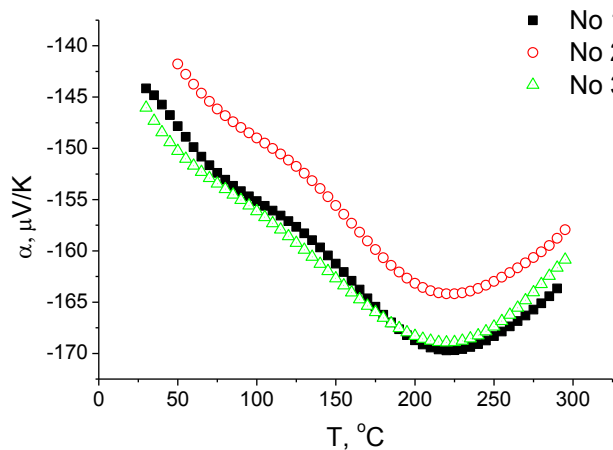


Проводимость и коэффициент термо-ЭДС исследовались на установке Netzsch SBA 458 в интервале 30 – 300 °C.

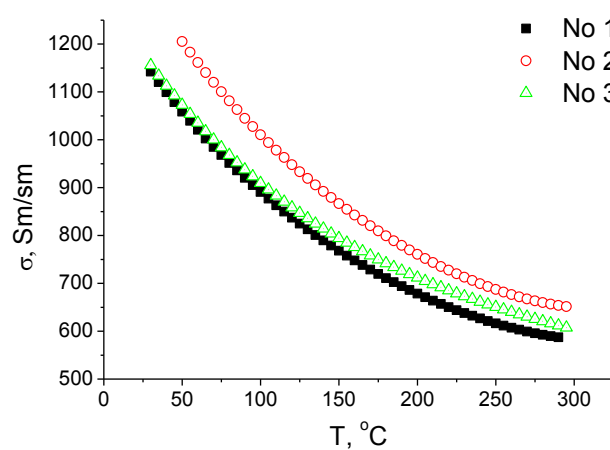




# Результаты и обсуждение



Температурные зависимости термо-ЭДС образцов  $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,4}\text{Se}_{0,6}$

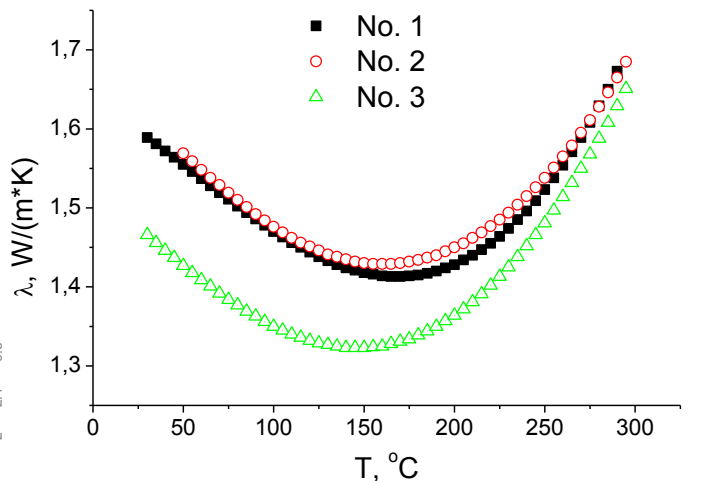


Температурные зависимости удельной электропроводности образцов  $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,4}\text{Se}_{0,6}$

| № образца | $\rho, \text{т/см}^2$ | $t, \text{мин}$ |
|-----------|-----------------------|-----------------|
| 1         | 5                     | 5               |
| 2         | 5                     | 20              |
| 3         | 5,5                   | 10              |

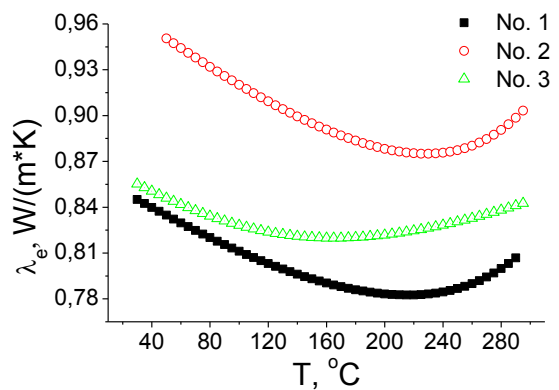


«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»



Температурные зависимости теплопроводности образцов  $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,4}\text{Se}_{0,6}$

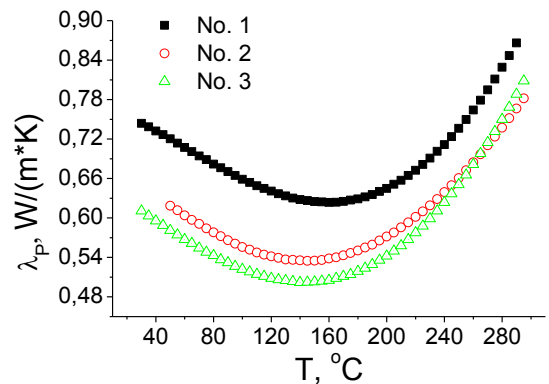
| № образца | $p, \text{T}/\text{cm}^2$ | $t, \text{мин}$ |
|-----------|---------------------------|-----------------|
| 1         | 5                         | 5               |
| 2         | 5                         | 20              |
| 3         | 5,5                       | 10              |



Температурные зависимости электронной составляющей теплопроводности образцов  $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,4}\text{Se}_{0,6}$

По закону Видемана-Франца  

$$\lambda_e = 2,44 \cdot 10^{-8} T \sigma$$



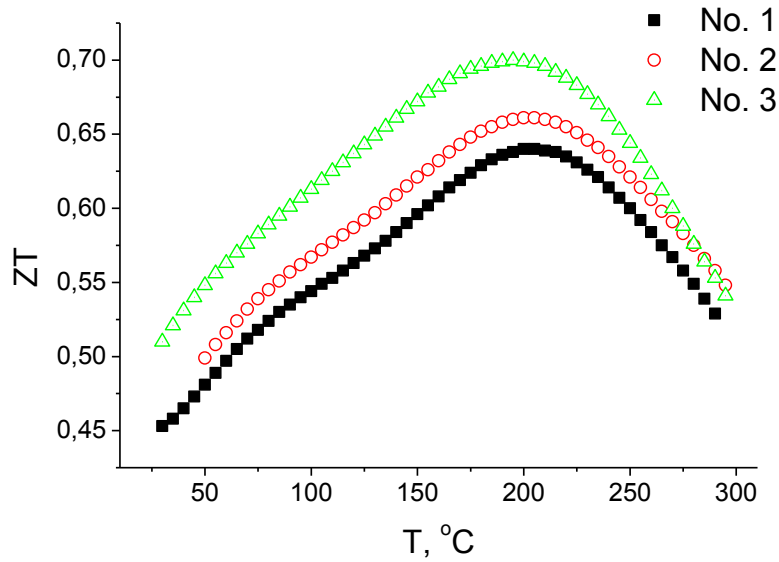
Температурные зависимости фоновой составляющей теплопроводности образцов  $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,4}\text{Se}_{0,6}$

Фоновая составляющая теплопроводности  

$$\lambda_p = \lambda - \lambda_e$$



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»



Температурные зависимости термоэлектрической добротности образцов  $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,4}\text{Se}_{0,6}$

С целью проверки влияния свойств материалов на эксплуатационные характеристики изделий на АО «РИФ» (г.Воронеж) были изготовлены две термоэлектрические генераторные батареи (ТЭБ) на основе материала №1 и №3. Испытания ТЭБ проводились при температурах на холодной стороне 70 °С, на горячей 300 °С.



| № образца | Мощность ТЭБ, Вт |
|-----------|------------------|
| 1         | 25               |
| 3         | 27               |



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

# Выводы

Увеличение времени выдержки под давлением в процессе горячего прессования теллурида висмута n-типа приводит к уменьшению коэффициента термо-ЭДС и увеличению электропроводности. Увеличение времени выдержки с одновременным увеличением давления прессования не приводит к существенному изменению коэффициента термо-ЭДС и электропроводности.

Увеличение времени выдержки под давлением в процессе горячего прессования не влияет на теплопроводность теллурида висмута n-типа. Увеличение времени выдержки с одновременным увеличением давления прессования приводит к уменьшению теплопроводности.

**Подбор оптимальных режимов прессования позволяет повысить величину  $ZT$  не меняя состав материалов и основные этапы технологического цикла получения материалов. В результате повышение выходной мощности термоэлектрических генераторных батарей достигается без существенного изменения технологического цикла их производства.**



**Спасибо за внимание**