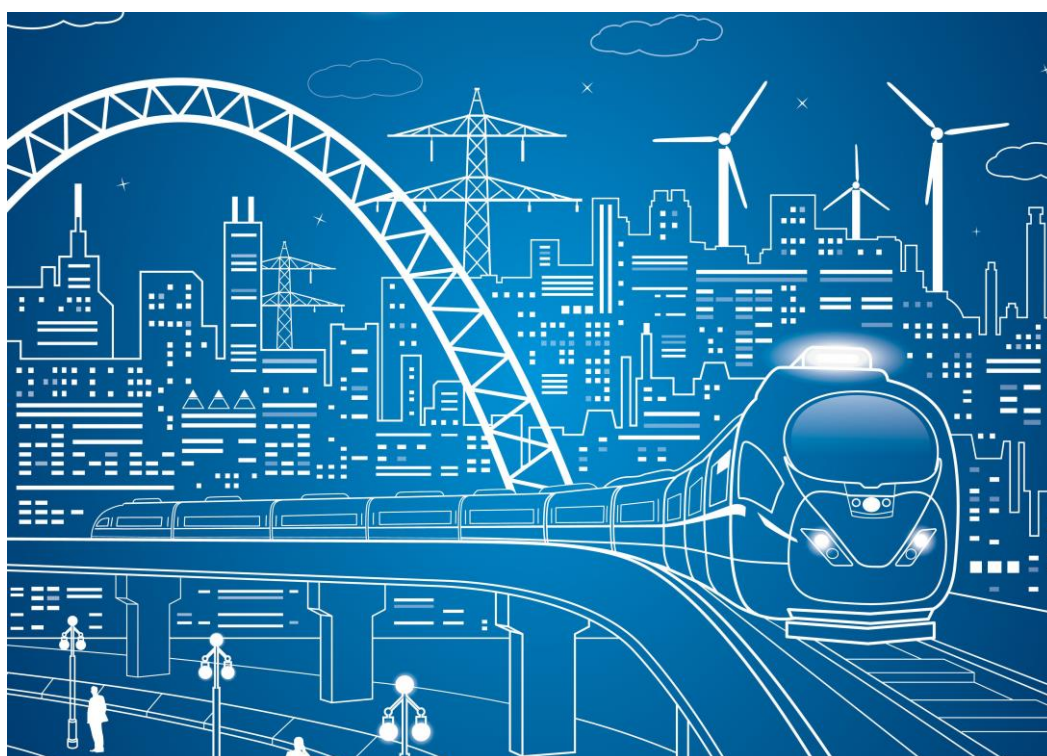


ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
КӨЛІК – ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



***«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» XI ХАЛЫҚАРАЛЫҚ
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ БАЯНДАМАЛАР
ЖИНАҒЫ***

***СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»***

***PROCEEDINGS OF THE XI INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICE
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»***

Астана, 2023

УДК 656+620.9
ББК 39+31
А43

Редакционная коллегия:

Председатель – Курмангалиева Ж.Д. Член Правления – Проректор по науке, коммерциализации и интернационализации; Заместитель председателя – Кокаев У.Ш. декан транспортно-энергетического факультета, к.т.н., доцент; Султанов Т.Т. – заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Арпабеков М.И. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», д.т.н., профессор; Тогизбаева Б.Б. – заведующий кафедрой «Транспорт, транспортная техника и технологии», д.т.н., профессор; Байхожаева Б.У. – заведующий кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н., профессор; Сакипов К.Е.– заведующий кафедрой «Теплоэнергетика», к.т.н., доцент; Жакишев Б.А.– заведующий кафедрой «Электроэнергетика», к.т.н., доцент.

А43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: XI Международная научно – практическая конференция, г. Астана, 16 марта 2023/Подгот. Ж.Д. Курмангалиева, У.Ш. Кокаев, Т.Т. Султанов – Астана, 2023. – 709с.

ISBN 978-601-337-844-2

В сборник включены материалы XI Международной научно – практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Астана 16 марта 2023 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего и ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.



Сондай-ақ сауалнамаға қатысқандардың 100 балл-ы сабақты интерактивті түрде өткізу оқу материалын түсінуге және соның нәтижесінде емтиханнан жоғары баға алуға оң әсер еткенін атап өтті. Бұл ретте 34 студенттің 18 студент оқу материалын – 5-кемеңгергендігін, 14 студент – 4-ке игергенін атап өтті, 2 студент – 3-кеигеріп, осындай нәтиже көрсетті.

Қорытындылай келе, оқытудағы интерактивті ойын технологияларын инновациялық әдістерге жатқызуға болады. Осы әдістерді қолдану студенттерге ұнайды, олар тек қызықты болып көрінбейді, сонымен қатар сөзсіз пайда әкеледі және берілген материалды жақсы игеруге көмектеседі, студенттерді ойлауға, талдауға, талқылауға, білімді іс жүзінде қолдануға ынталандырады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Гушин Ю. В. Интерактивные методы обучения в высшей школе. Психологический журнал Международного университета природы, общества и человека «Дубна» DubnaPsychologicalJournal № 2, С. 12-18. 2021, ISSN 2076-7099

2. Гулакова М. В., Харченко Г. И. Интерактивные методы обучения в вузе как педагогическая инновация // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2018. – № 11 (ноябрь). – С. 31–35. – URL: <http://e-koncept.ru/2013/13219.htm>

3. Закунова Екатерина Дмитриевна¹, Анисимова Анастасия Евгеньевна¹, Слюзнева Ксения Валерьевна¹, Гордеев Кирилл Сергеевич¹, Жидков Алексей Андреевич¹
¹Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, студент «Интерактивные методы обучения в современном ВУЗе» Электронный научно-практический журнал «Современные научные исследования и инновации»– 2021. – № 10 (октябрь). – С. 26–30. – ISSN 2223-4888

УДК 537.322

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТНОГО СПЛАВА $\text{Na}_{0.4}\text{Cu}_{1.55}\text{S}$

Кубенова М.М., Ярова Ж.М., Аскарова А.Ә., Серікбек Е.

kubenova.m@yandex.kz

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

В последнее время к сульфиду меди Cu_{2-8}S наблюдается повышенный интерес в связи с перспективностью применения в термоэлектрических устройствах, солнечных элементах, катализаторах, аккумуляторах и топливных элементах [1-5]. Ранее было показано, что замещение литием в сульфиде меди приводит к образованию твердых растворов и улучшает полупроводниковые свойства материала [6, 7]. Допирование сульфида меди натрием также улучшает термоэлектрические свойства, за счет снижения теплопроводности [8], однако при содержании натрия более 1-2% приводит к образованию смеси различных фаз сульфидов меди и натрия [9, 10]. Образование такого нанокompозитного сплава не является помехой на пути его практического термоэлектрического применения, поскольку включение второй или третьей наноразмерной фазы часто приводит к повышению коэффициента α Зеебека сплава и к снижению теплопроводности, что повышает термоэлектрическую эффективность материала $ZT = \alpha^2 \sigma T / \kappa$. Проблемой при этом становится сохранение высокой проводимости σ сплава [11]. Целью данной работы является изучение термоэлектрических свойств неизученного ранее нанокompозитного материала $\text{Na}_{0.4}\text{Cu}_{1.55}\text{S}$.

В данной работе получены и исследованы наноразмерные образцы $\text{Na}_{0.4}\text{Cu}_{1.55}\text{S}$, синтезированные реакцией NaCl , CuCl и девятиводносульфида натрия в расплаве NaOH и

КОН при 438 К. Наноструктура $\text{Na}_{0.4}\text{Cu}_{1.55}\text{S}$ формировалась в течение нескольких часов. Полученный продукт промывали дистиллированной нагретой водой, затем чистым этанолом. Рентгенофазовый анализ показал наличие в образце трех фаз: моноклинного халькоцита Cu_2S (59 %), гексагонального Na_2S_2 (27.3 %) и триклинного роксбиита Cu_9S_5 (13.7 %). Согласно оценке из уширения рентгеновских линий размеры частиц полученного порошка находятся в пределах от 9 до 58 нм. Химический и морфологический состав сплава изучали с помощью электронной микроскопии. Для измерений готовили образцы в виде параллелепипедов размерами $2 \times 5 \times 20 \text{ мм}^3$ прессованием под давлением $2\text{--}3 \text{ т/см}^2$.

Электропроводность, коэффициент Зеебека, теплопроводность прессованных образцов были измерены как функции температуры в интервале 300 - 600 К. Для измерений электропроводности использовался четырехзондовый метод на постоянном токе, коэффициент Зеебека измерялся в отсутствие тока при градиенте около 10 К/см. Теплопроводность измеряли методом сравнения с эталоном из пластинки плавленого кварца.

Результаты измерений электронной проводимости и коэффициента Зеебека сплава $\text{Na}_{0.4}\text{Cu}_{1.5}\text{S}$ приведены на рис. 1.

На рисунке 1а наблюдается максимум проводимости с центром вблизи температуры 380 К. При температуре 550 К происходит резкий излом зависимости с переходом в область с очень низкой проводимостью в несколько единиц $\text{Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$. Максимум близок к точке фазового перехода из моноклинного в гексагональный халькоцит Cu_2S (376 К) [5]. При 550 К, возможно, мы наблюдаем переход из гексагонального халькоцита в кубическую фазу Cu_2S , которая отличается очень низкой проводимостью, выражаемой в долях $\text{Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$.

Результаты измерений коэффициента Зеебека $\text{Na}_{0.4}\text{Cu}_{1.5}\text{S}$ приведены на рис. 1б. Наблюдаются высокие значения коэффициента Зеебека, превышающие 0.1 мВ/К. Около 370 К отмечен слабый минимум, связанный с фазовым переходом в халькоците.

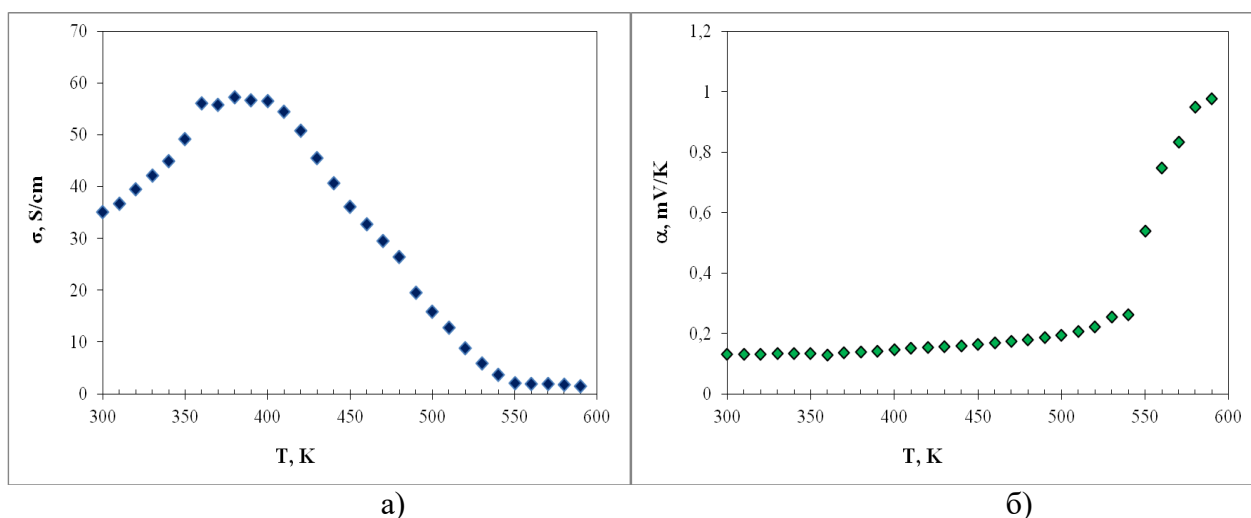


Рисунок 1 - Температурная зависимость электронной проводимости (а) и коэффициента Зеебека (б) образца $\text{Na}_{0.4}\text{Cu}_{1.5}\text{S}$.

При 550 К происходит резкий скачок, который, предположительно, вызван переходом из гексагональной формы халькоцита в кубическую.

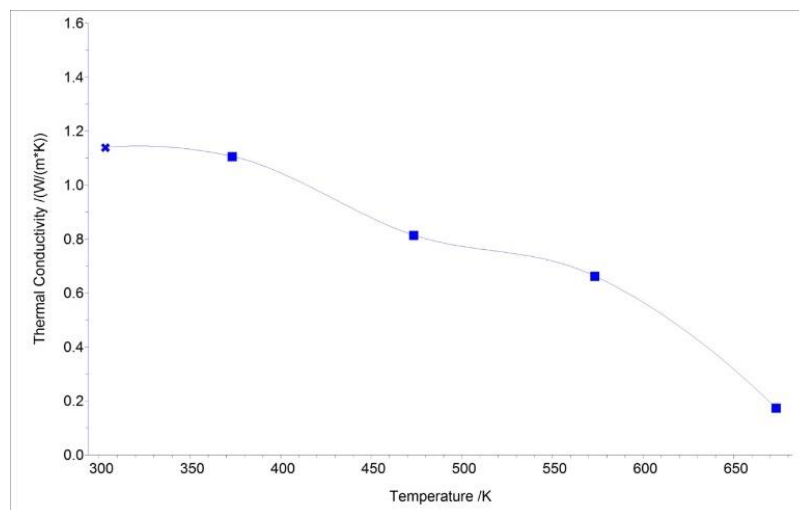


Рисунок 2 - Температурная зависимость коэффициента теплопроводности $\text{Na}_{0.4}\text{Cu}_{1.55}\text{S}$.

На рисунке 2 представлена температурная зависимость коэффициента теплопроводности $\text{Na}_{0.4}\text{Cu}_{1.55}\text{S}$. После суперинного фазового перехода при 376 К теплопроводность значительно снижается.

По результатам измерений была рассчитана основная характеристика термоэлектрика - безразмерная термоэлектрическая добротность материала ZT. Материал демонстрирует высокое значение $ZT = 0.84$ при 634 К, что намного выше показателя $ZT \sim 0.3$ при данной температуре в работе Ге и др. [8]. Имеются основания полагать, что повышению ZT может способствовать оптимизация соотношения фаз в сплаве $\text{Na}_{0.4}\text{Cu}_{1.55}\text{S}$.

Список использованных источников

1. Coughlan C., Ibáñez M., Dobrozhan O., Singh A., Cabot A., and Ryan K. M. Compound Copper Chalcogenide Nanocrystals // *Chem. Rev.* – 2017. - V. 117. - №9. – P. 5865–6109.
2. Zhao Y., Chen B.-Q., Kankala R. K., Wang S.-B., Chen A.-Zh. Recent Advances in Combination of Copper Chalcogenide - Based Photothermal and Reactive Oxygen Species-Related Therapies. // *ACS Biomaterials Science & Engineering.* – 2020. V. 6 (9). –P. 4799-4815.
3. Shuai X., Shen W., Hou Zh., Ke S., Xu Ch., Jiang Ch. A versatile chemical conversion synthesis of Cu_2S nanotubes and the photovoltaic activities for dye-sensitized solar cell // *Nanoscale Res. Lett.* – 2014. - V. 9. – P. 513.
4. Jaldurgam F.F., Ahmad Z., Touati F. Low-toxic, earth-abundant nanostructured materials for thermoelectric applications // *Nanomaterials.* – 2021. – V. 11. - P. 895.
5. Kubenova M.M., Kuterbekov K.A., Balapanov M.Kh., Ishembetov R.Kh. et al. Some Thermoelectric Phenomena in Copper Chalcogenides Replaced by Lithium and Sodium Alkaline Metals. // *Nanomaterials.* - 2021. - V.11. - P.2238 – 2286.
6. Balapanov M.K., Ishembetov R.K., Kuterbekov K.A., Nurakhmetov T.N., Urazaeva E.K., Yakshibaev R.A. Influence of the cation sublattice defectness on the electronic thermoelectric power of $\text{Li}_x\text{Cu}_{2-x-\delta}\text{S}$ ($x < 0.25$). // *Inorg. Mater.* - 2014. - V. 50. - P. 930–933.
7. Guan M., Qiu P.-F., Song Q.-F. et al. Improved electrical transport properties and optimized thermoelectric figure of merit in lithium-doped copper sulfides. // *Rare metals.* – 2018. – V. 37. –P. 282.
8. Ge Z.H., Liu X.Y., Feng D., Lin J.Y., He J.Q. High-performance thermoelectricity in nanostructured earth-abundant copper sulfides bulk materials // *Adv. En. Mat.* – 2016. – V.6. - 1600607.
9. Balapanov M.K., Kubenova M.M., Kuterbekov K.A., Kozlovskiy A., Nurakov S.N., Ishembetov R.K., Yakshibaev R.A. Phase analysis, thermal and thermoelectric properties of

nanocrystalline $\text{Na}_{0.15}\text{Cu}_{1.85}\text{S}$, $\text{Na}_{0.17}\text{Cu}_{1.80}\text{S}$, $\text{Na}_{0.20}\text{Cu}_{1.77}\text{S}$ alloys // Eurasian Journal of Physics and Functional Materials. – 2018. – V. 2. – N. 3. – P. 231-241.

10. Kubenova M.M., Balapanov M.Kh., Kuterbekov K.A., Ishembetov R.Kh., Kabyshev A.M., Yulaeva Y.Kh. Phase composition and thermoelectric properties of the nanocomposite alloys $\text{Na}_x\text{Cu}_{2-x-y}\text{S}$ // Eurasian Journal of Physics and Functional Materials. - 2020. - Vol. 4(1). – P. 67-85.

11. Балапанов М.Х., Ишембетов Р.Х., Кабышев А.М., Кубенова М.М., Кутербек К.А., Юлаева Ю.Х., Якшибаев Р.А. Влияние допирования натрием на электронную проводимость и коэффициент термо-ЭДС сульфида меди // Вестник Башкирского университета. – 2019. – Т. 24. – №. 4. – С. 823-829.