

# Изучение характера взаимодействия в тройной системе Sm-Pb-Te по разрезу $\text{Sm}_2\text{Te}_3$ - PbTe

## Study of the nature of interaction in the ternary system Sm-Pb-Te along the section $\text{Sm}_2\text{Te}_3$ - PbTe

### Валиев В.К.

канд. хим. наук, доцент, старший научный сотрудник Азербайджанского Государственного Университета нефти и промышленности  
e-mail: vaqifveliyev1953@gmail.com

### Valiyev V.K.

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Azerbaijan State University of Oil and Industry  
e-mail: vaqifveliyev1953@gmail.com

### Гасанов К.С.

д-р техн. наук, доцент, заместитель проректора по научной работе Азербайджанского Государственного Университета Нефти и Промышленности  
e-mail: gaman51@mail.ru

### Gasanov K.S.

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Vice-Rector for Research, Azerbaijan State University of Oil and Industry  
e-mail: gaman51@mail.ru

### Аннотация

Комплексными методами физико-химических исследований: дифференциально-термического (ДТА), рентгено-фазового (РФА), микроструктурного (МСА) анализов, а также измерением микротвердости и плотности изучен характер взаимодействия в системе  $\text{Sm}_2\text{Te}_3$ -PbTe, и построена диаграмма состояния. Изучены температурные зависимости электропроводности и термоЭДС сплавов системы. Установлено, что при введении  $\text{Sm}_2\text{Te}_3$  в состав PbTe образуются твердые растворы, и изменяются некоторые физико-химические свойства. В системе также наблюдается образование соединений состава  $\text{Sm}_2\text{PbTe}_4$  и  $\text{Sm}_2\text{Pb}_4\text{Te}_7$ .

**Ключевые слова:** твердые растворы, микроструктура, дифрактограмма, физико-химический анализ, диаграмма состояния, электропроводность, термоЭДС.

### Abstract

Using complex methods of physical and chemical studies: differential-thermal (DTA), X-ray phase (XRF), microstructural (MSA) analyzes, as well as by measuring microhardness and density, the nature of the interaction in the  $\text{Sm}_2\text{Te}_3$ -PbTe system was studied and a state diagram was constructed. The temperature dependence of electrical conductivity and thermoEMF was studied system alloys. It has been established that when  $\text{Sm}_2\text{Te}_3$  is introduced into the PbTe composition, solid solutions are formed and some physicochemical properties change. The formation of compounds of the composition  $\text{Sm}_2\text{PbTe}_4$  and  $\text{Sm}_2\text{Pb}_4\text{Te}_7$  is also observed in the system.

**Keywords:** solid solutions, microstructure, diffractograms, physicochemical analysis, phase diagram, electrical conductivity, thermo EMF

Авторами работ [1] рентгенографическим методом исследований теллуриды редкоземельных металлов. В работе [2] изучены диаграммы состояния системы  $\text{Ln}_2\text{Te}_3$ -PbTe ( $\text{Ln} = \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}$ ). Но не изучена система  $\text{Sm}_2\text{Te}_3$ -PbTe.

Целью настоящей работы является изучение взаимодействия бинарных компонентов в системе  $\text{Sm}_2\text{Te}_3$ - PbTe.

С целью изучения взаимодействия между PbTe и Sm<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> синтезировали 24 образца из соответствующих элементов. В качестве исходных веществ использовали свинец марки В3000, теллур чистотой 99,999% и самарий, содержащий не более 0,15% примесей. Образцы синтезировали в вакуумированных до 0,133 Па кварцевых ампулах с применением метода вибрационного перемешивания. Ампулы нагревали до 1275 К и выдерживали при этой температуре 4 часа, затем температура поднималась до 1475 К с последующей выдержкой в течение 4 часов и медленно охлаждали с двухчасовой выдержкой при 1125 и 1025 К. Для достижения равновесия в системе PbTe-Sm<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> все образцы были поставлены на гомогенизирующий отжиг в течение 500 часов при 875 – 925 К.

Взаимодействие в системе Sm<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>- PbTe изучали методом дифференциально-термического (ДТА), рентгенофазового (РФА), микроструктурного (МСА) анализов, а также измерением микротвердости, определением плотности и их разреза основания. Впервые была построена диаграмма состояния разреза Sm<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>- PbTe (рис. 1.)

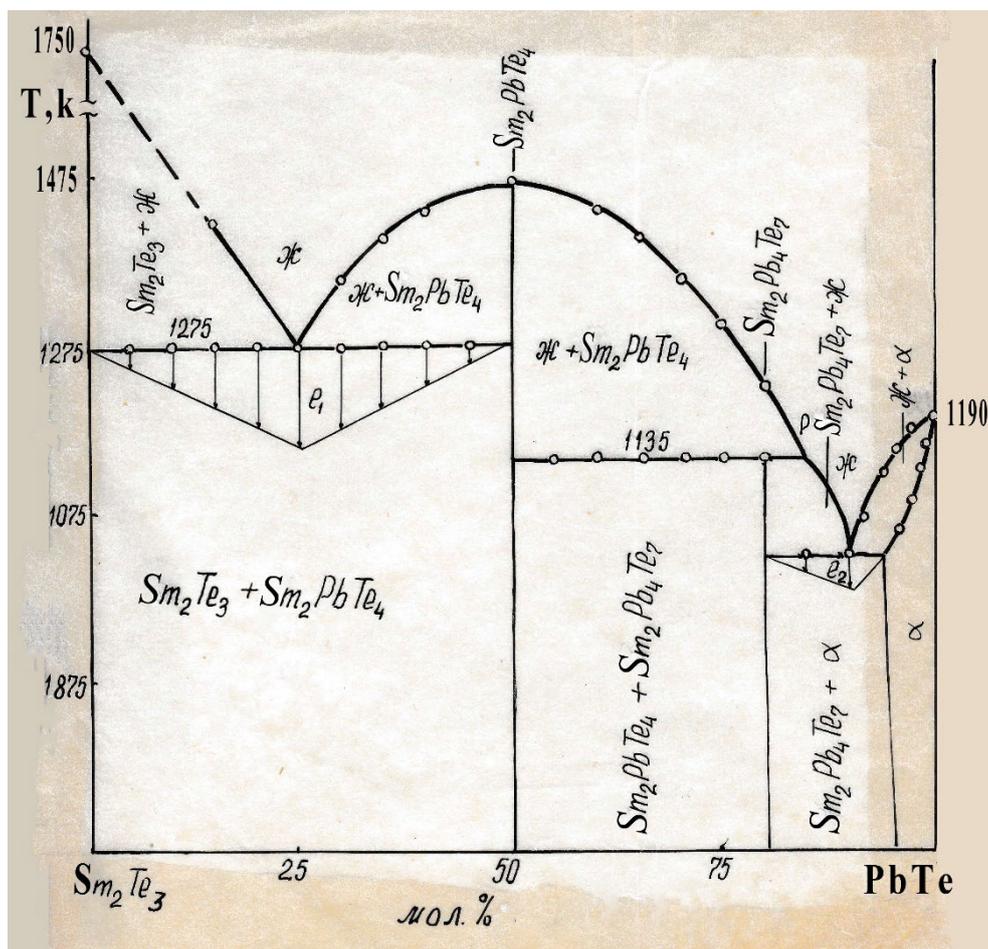
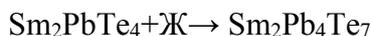


Рис. 1. Диаграмма состояния системы Sm<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>- PbTe

Из рис. 1 видно, что диаграмма состояния системы Sm<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>- PbTe состоит из двух сравнительно простых диаграмм, первая из которых является эвтектической, а во второй Sm<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>- PbTe компоненты образуют перитектическое соединение и ограниченные твердые растворы на основе PbTe. В системе Sm<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>- PbTe образуются два химических соединения состава Sm<sub>2</sub>PbTe<sub>4</sub> и Sm<sub>2</sub>Pb<sub>4</sub>Te<sub>7</sub> и α-твердые растворы на основе PbTe. Из них Sm<sub>2</sub>PbTe<sub>4</sub> плавится при 1260К конгруэнтно, а Sm<sub>2</sub>Pb<sub>4</sub>Te<sub>7</sub> образуется по перитектической реакции при 1135К.



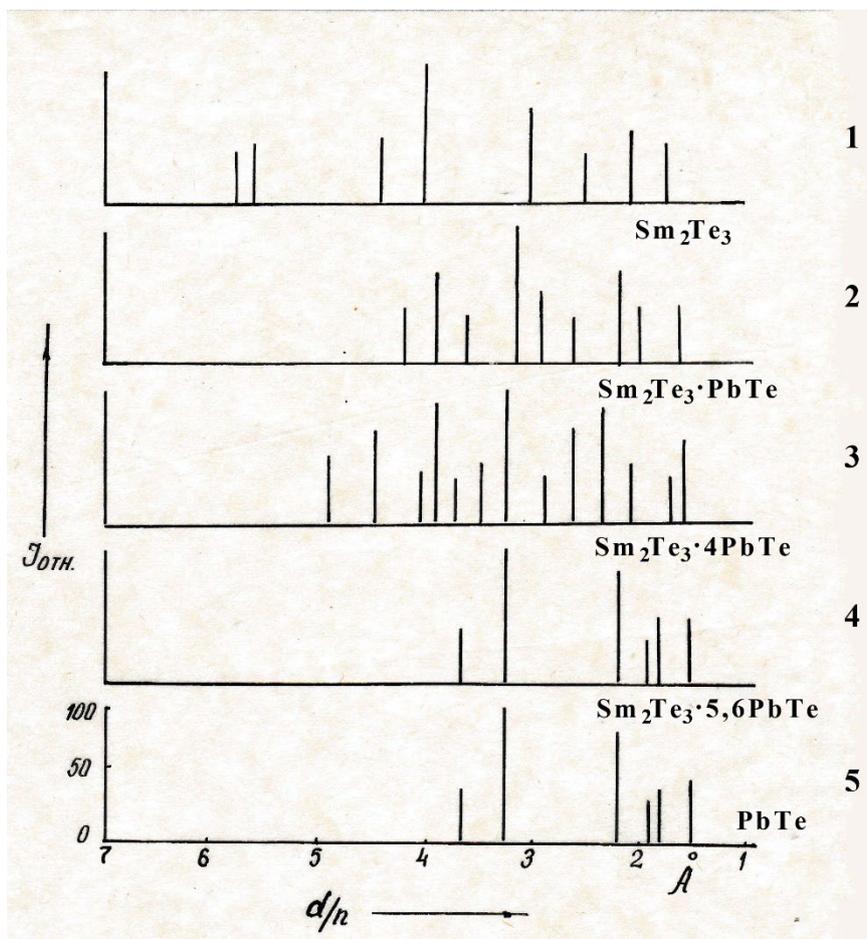
Методами физико-химического анализа установлено, что соединение имеет узкую область гомогенности, а твердые растворы достигают ~7 моль% при 1090 К. Микроструктуры исследования и определения микротвердости сплавов системы  $\text{Sm}_2\text{Te}_3$ -  $\text{PbTe}$  подтверждают результаты ДТА и РФА. Микроструктуры соединений  $\text{Sm}_2\text{PbTe}_4$  и  $\text{Sm}_2\text{Pb}_4\text{Te}_7$  и образцы из области твердых растворов однофазны. Состав полученных соединений подтвержден химическим анализом

Таблица 1

**Результаты химического анализа теллуруплюмбатов самария**

Соединение	Sm% масс		Pb% масс		Te% масс	
	эксп.	теор.	эксп.	теор.	эксп.	теор.
$\text{Sm}_2\text{PbTe}_4$	29,58	29,55	20,37	20,35	50,21	50,18
$\text{Sm}_2\text{Pb}_4\text{Te}_7$	14,90	14,87	41,00	40,97	44,18	44,16

На ректогенограммах сплавов состава  $\text{Sm}_2\text{Te}_3$ -  $\text{PbTe}$  и  $\text{Sm}_2\text{Te}_3 \cdot 4 \text{PbTe}$  зафиксированы некоторые новые линии, отсутствующие на рентгенограмм бинарных компонентов  $\text{Sm}_2\text{Te}_3$ ·  $\text{PbTe}$  и отличающиеся от линии рентгенограмм бинарных компонентов  $\text{Sm}_2\text{Te}_3$  и  $\text{PbTe}$ , а межплоскостные расстояния и интенсивность линии рентгенограмм фаз  $\text{Sm}_2\text{Te}_3 \cdot 5,6\text{PbTe}$  и  $\text{PbTe}$  при 790-925К указывают на их идентичность (рис.2).



**Рис. 2.** Системы рентгенограмм некоторых образцов системы:

1.  $\text{Sm}_2\text{Te}_3$ ; 2.  $\text{Sm}_2\text{Te}_3\text{PbTe}$ ; 3.  $\text{Sm}_2\text{Te}_3 \cdot 4\text{PbTe}$ ; 4.  $\text{Sm}_2\text{Te}_3 \cdot 5,6\text{PbTe}$ ; 5.  $\text{PbTe}$

В ряду  $\text{Sm}_2\text{Te}_3 \rightarrow \text{Sm}_2\text{PbTe}_4 \rightarrow \text{Sm}_2\text{Pb}_4\text{Te}_7$  микротвердость образцов уменьшается, а плотность увеличивается. Теллуруплюмбаты самария на воздухе не подвергаются изменению, во влажном воздухе гидролизуются с выделением теллуридоводорода. Они хорошо реагируют с минеральными кислотами, а их реакция щелочами происходит медленно.

Органические растворители на них не действуют.

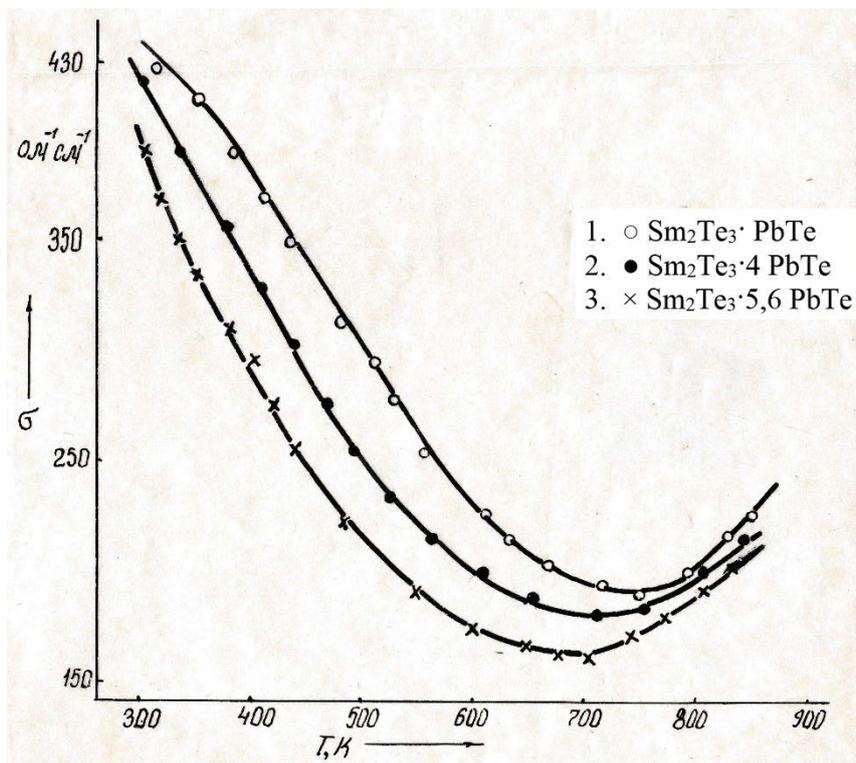


Рис. 3. Температурные зависимости электропроводности.  
1. Sm<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>PbTe; 2. Sm<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>4PbTe; 3. Sm<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>·5,6PbTe

Измерение электрофизических свойств сплавов Sm<sub>2</sub>PbTe<sub>4</sub>, Sm<sub>2</sub>Pb<sub>4</sub>Te<sub>7</sub> и Sm<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>·5,6 PbTe проводилось в температурном интервале 300÷1200К, компенсационным методом (рис. 3). Sm<sub>2</sub>PbTe<sub>4</sub> является n, а Sm<sub>2</sub>Pb<sub>4</sub>Te<sub>7</sub> и Sm<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>·5,6PbTe р типом полупроводников, а ширина их запрещенной зоны 0,63; 0,72; 0,78 эВ соответственно.

### Выводы

Впервые построена диаграмма состояния разреза Sm<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>- PbTe, тройной системы Sm-Pb-Te. Установлено, что в разрезе Sm<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>- PbTe образуются химические соединения составов Sm<sub>2</sub>PbTe<sub>4</sub>, а Sm<sub>2</sub>Pb<sub>4</sub>Te<sub>7</sub> и узкая область твердых растворов на основе PbTe. Полученные соединения обладают полупроводниковыми свойствами n и p типов и могут быть использованы в качестве термopереклyчателeй низкотемпературных электрических генераторов.

### Литература:

1. Дэрроу М.С., Уайт В.Б., Рой Р., Изменение твердости при микровдавливании в зависимости от состава для поликристаллических растворов в системах PbS/PbTe, PbSe/PbTe и PbS/PbSe // Журнал материаловедения. – 1969. – №4. – С. 313-319.
2. Валиев В.К. Автореф. канд. дисс. Баку. – 1993.