

# ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРЕЗОВ AsTe-Tm и TmTe-As ТРОЙНОЙ СИСТЕМЫ Tm-As-Te.

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.3.62.99](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.3.62.99)*Ильяслы Теймур Маммад**д.х.н., проф., заведующий кафедры «Общей и неорганической химии»  
Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан**Фатуллазаде Рахман Хасанага,**магистр, кафедры «Общей и неорганической химии»  
Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан**Джафарова Екана Керим**к.х.н., доцент, кафедры «Общей и неорганической химии»  
Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан**Исмаилов Закир Ислам**к.т.н., доцент, кафедры «Общей и неорганической химии»  
Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан*

### АННОТАЦИЯ.

Для установления характера химического взаимодействия и фазообразования комплексными методами физико-химического анализа исследованы сплавы разрезов AsTe-Tm и TmTe-As и исходные компоненты указанных разрезов. По результатам комплекс методов физико-химического анализа установлено, что сплав состава TmAsTe и сплавы концентрационной области 100-98,5 AsTe состоит из одной фазы.

Результаты анализов и построенные диаграммы показывают, что разрезы AsTe-Tm и TmTe-As является квазибинарным сечением тройной системы Tm-As-Te и в них образуется тройная промежуточная фаза состава TmAsTe плавящееся при 1525K.

### ABSTRACT.

AsTe-Tm and TmTe-As and exhaust components of the cut-off cuts are used for complex chemical methods of chemistry interconnectivity and phase formation of physico-chemical analysis. The results of the physico-chemical analysis of the complex method are determined by the fact that the TmAsTe and concentration zone 100-98.5 AsTe consists of one phase.

The results of the analysis and published diagrams show that the AsTe-Tm and TmTe-As sections are quadruped with the quadrilateral troy system Tm-As-Te, and the three-phase phase of TmAsTe is formed at 1525K.

**Ключевые слова:** система, разрез, фаза, сплав, сечение, анализ

**Keywords:** system, section, phase, alloy, section, analysis

### Введение

В развитии неорганической химии существенное значение имеют вопросы, связанные с синтезом и физико-химическим исследованием полупроводниковых соединений с ценными функциональными свойствами. Тройные соединения редкоземельных элементов (РЗЭ) обладают комплексом уникальных функциональных свойств, которые нашли техническое применение в различных областях современной техники [1-3,8,9]. Среди них имеются полупроводники, люминофоры, ферро и антиферромагнетики. Синтез и исследования некоторых тройных соединений с участием РЗЭ и халькогенидов хрома показали, что они обладают рядом специфических свойств и имеют определенные преимущества перед бинарными соединениями [4,5]. В литературе имеются отрывочные данные о характере взаимодействия в подобных системах [6,7].

Для обеспечения потребности техники наряду с двойными полупроводниками необходимо синтезировать многофункциональные тройные фазы. Выявление новых фаз и изучение их структуры, а также свойства является одним из основной актуальной задачи поставленных перед нами.

### Цель исследования:

Целью настоящего исследования явилось установление характера химического взаимодействия в

тройных системах Tm-As-Te с изучением разрезов AsTe-Tm и TmTe-As

### Материалы и методы исследования:

В связи с этим нами исследован тройная система Tm-As-Te. Перед началом исследования система Tm-As-Te, была разделена на подчиненные системы и изучена отдельными разрезами. В представленной работе приводятся результаты исследования разрезов Tm-AsTe и As-TmTe. Для синтеза сплавов были использованы исходные компоненты с высокой чистоты As-B 5, Te-B2 семикратной очисткой и Tm-марки A2. Синтез расплавов проводили ступенчато. Температура печи была повышена сначала до 450°C и при этой температуре выдерживали в течение 2-х часов, а затем температуру повысили до 1110°C. Выдерживали при этой температуре в течение 4 часов, а потом проводили процесс охлаждения печи вместе с образцом.

Дифференциально-термический анализ сплавов проводили на установке марки ВДТА-987М и термоскан-2. При исследовании высокотемпературной части системы образцы помещали в графитовый тигель и нагревали со скоростью 90 град/мин. Далее сплавы отжигали при температуре на 100 градусов ниже эвтектической температуры для получения равновесных сплавов. Сплавы измельчали

до пудрообразного состояния и прессовали в таблетки под давлением 200 кг/см<sup>2</sup> и их выдерживали при 1230 К в течение 200-300 часов. Микроструктурный анализ сплавов проводили на метал микроскопе МИМ-7, микротвёрдость измеряли на установке ПМТ-3 под нагрузкой 20 гр. Рентгенфазовый анализ проводили на дифрактометре XRDD8 фирмы "Broker" на CuK $\alpha$  излучении.

#### Результаты исследования и их обсуждение:

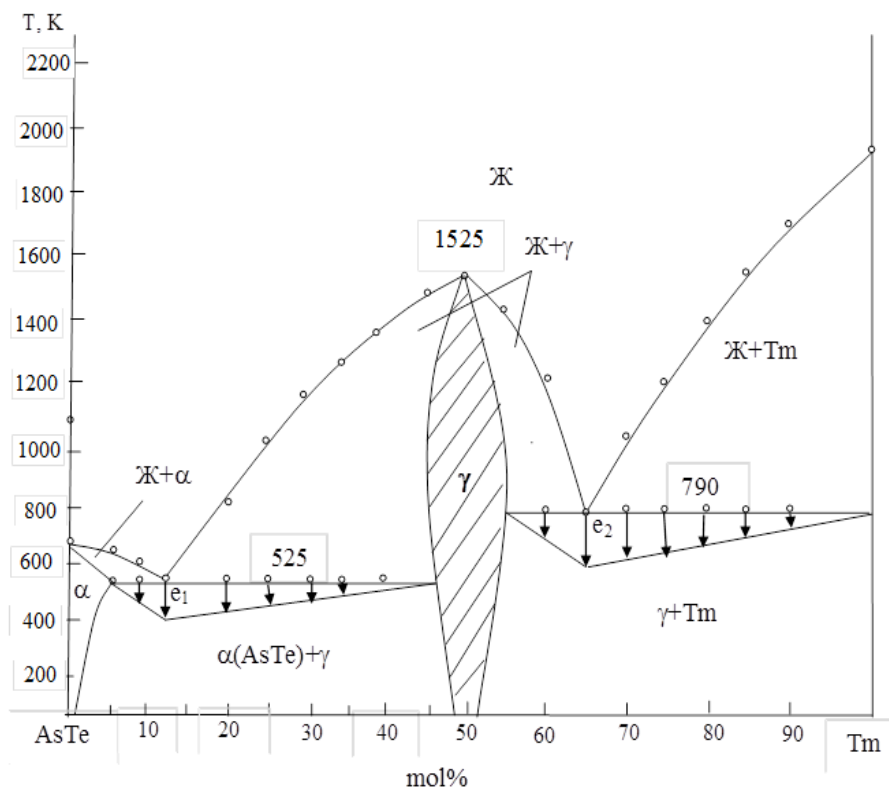


Рис 1. Диаграмма состояния разреза AsTe-Tm.

Как видно из рисунка 1, что в системе образуется одно конгруэнтно плавящееся при 1525 К соединения состава TmAsTe.

По результатам рентгенофазового анализа было обнаружены различия между дифракционными линиями исходных компонентов Tm, AsTe и сплавов, взятых в соотношение 1:1. На основании данных полученных комплекс методами физико-химического анализа установлено, что сплав состава TmAsTe и сплавы концентрационной области 100-98,5 AsTe состоит из одной фазы.

При измерения микротвёрдости сплавов, обнаружено три значения микротвёрдости сплавов системы соответствующих составу TmAsTe отличается от микротвердости исходных компонентов и равна 285 кг/мм<sup>2</sup>. Для AsTe микротвердость составляет 95 кг/мм<sup>2</sup>, а для Tm составляет 455 кг/мм<sup>2</sup>. Из диаграммы состояния разреза видно, что на основании соединения TmAsTe и AsTe существует промежуточная и граничная фаза. Область растворимости на основе AsTe составляет 1,5 ат. % Tm, а на основе соединения TmAsTe соответствует в интервале 48,5-51 моль%, при комнатной температуре, а на основе Tm практически растворимость не

разрез Tm-AsTe. Условия синтеза сплавов разреза показаны выше. На основании результатов полученных комплекс методом и физико-химического анализа была построена диаграмма состояния разреза Tm-AsTe тройной системы Tm-As-Te (рис 1).

обнаружено. С понижением температуры граница растворимости на основе соединения сужается. Эвтектическая горизонталь соответствует 525 К и 790 К содержащий 12 и 64 ат. % тулия γ-фаза показывает двухсторонний область растворимости TmAsTe. Результаты анализов и построенная диаграмма показывает, что разрез Tm-AsTe является квазибинарным сечением тройной системы Tm-As-Te.

**Разрез As-TmTe.** На основе триангуляции было выявлено, что разрез As-TmTe является квазибинарным и в точке пересечения с другим квазибинарным разрезом Tm-AsTe образуется тройная соединения состава TmAsTe.

TmAsTe являясь конгруэнтно плавящимся соединением и участвует при разделении тройной системы Tm-As-Te на подчиненные тройные системы. Сплавы разреза синтезированы и исследованы подобно разреза Tm-AsTe. По результатам исследований сплавов системы была построена её диаграмма состояния. (рис 2).

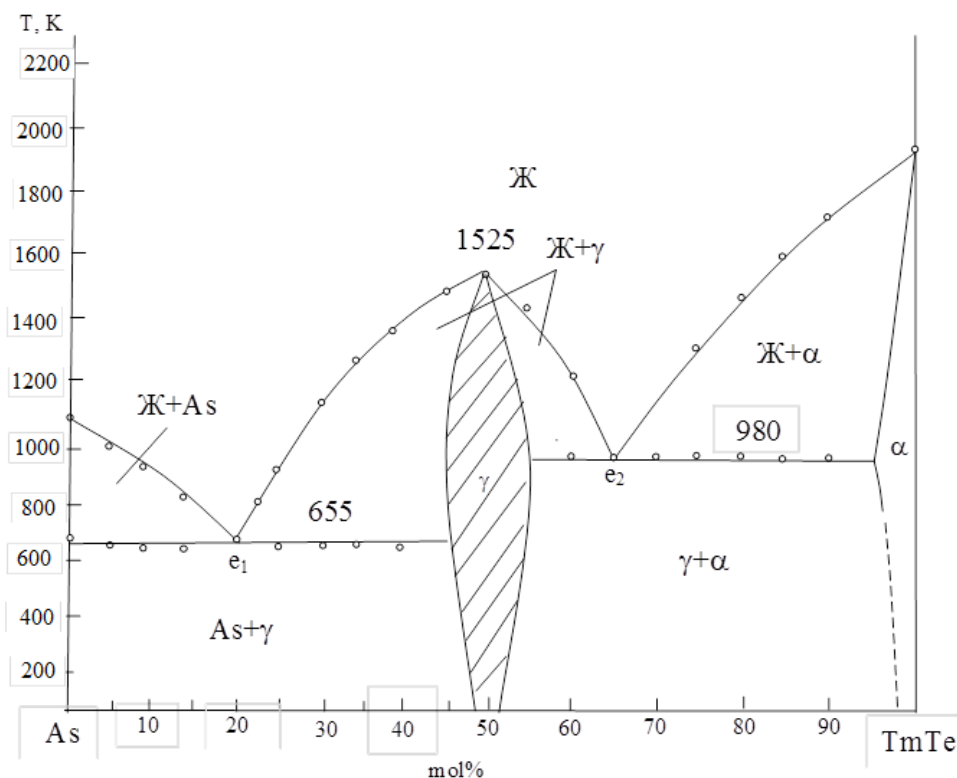


Рис 2. Диаграмма состояния разреза As-TmTe.

Как видно из диаграммы состояния образующееся соединение TmAsTe имеет температуру плавления равную 1525 К. Установлено границы гомогенности и  $\alpha$  фазы на основе соединения и исходного компонента TmTe составляющего ~2 ат. % As. Координаты эвтектики в системе следующие: e<sub>1</sub> 19 моль% TmTe 655 К и e<sub>2</sub> 64 моль % TmTe- 980 К.

В результате рентгенофазового анализа учитывая принцип гомологии были рассчитаны параметры кристаллической решётки соединения TmAsTe. Установлено, что соединения кристаллизуется в ромбической сингонии с параметрами,  $a=0,745\text{ нм}$ ,  $b=4,01\text{ нм}$  и  $c=0,97\text{ нм}$  соединения кристаллизуется в ромбической сингонии.

#### Выводы:

Установлено, что соединение TmAsTe кристаллизуется в ромбической сингонии с параметрами,  $a=0,745\text{ нм}$ ,  $b=4,01\text{ нм}$  и  $c=0,97\text{ нм}$ .

Построена диаграмма состояния системы Tm-AsTe и As-TmTe и выявлено, что разрезы AsTe-Tm и TmTe-As является квазибинарным сечением тройной системы Tm-As-Te и участвуют в триангуляции тройной системы.

#### Литература:

1. А.А. Елисеев. Хальколантанаты редких элементов. М.; «Наука» 1989, 288с.
2. П.Г. Рустамов, О.М.Алиев /Редкоземельные полупроводники/ (Под ред. В.П. Жузе, П.Г. Рустамова. Баку: Элм,1981, с.93-133

3. Ю.Д. Третьяков, В.И. Путляев / Введение в химию твердофазных материалов/: учебное пособие. Химия, 2013, 253с.

4. Н.В. Мамедов, А.В. Эйнуллаев, Р.З. Садыхов, А.Б. Агаев. /Синтез и магнитные свойства соединений типа  $\text{Cr}_2\text{Ln}_6\text{S}_{11}$  (Ln – Gd, Tb, Er, Ho) / Неорганические материалы, том 36, №1, Москва, 2000.с.10-11,

5. Ф.И.Рустамлы. /Физико-химическое исследование тройной системы Yb-Cr-S/. Дисс. на соиск. уч. ст. к.х.н., Баку, 2002, 22с.,

6. А.В.Русейкина /Структура соединений  $\text{EuLnCuS}_3$  (Ln=La-Nd, Sm), фазовые диаграммы систем  $\text{Cu}_2\text{S-EuS}$ ,  $\text{EuS-Ln}_2\text{S}_3$ ,  $\text{EuS-Ln}_2\text{S}_3\text{-Cu}_2\text{S}$  (Ln=La, Nd, Gd), термодинамические характеристики фазовых превращений/Дисс.на соиск. уч.ст. к.х.н., Тюмень,2011,199 с,

7. А.В. Эйнуллаев, Р.З. Садыхов, А.Б. Агаев. /Синтез и магнитные свойства соединений типа  $\text{Cr}_2\text{Ln}_6\text{S}_{11}$  (Ln-Gd,Tb,Er,Ho)/ Неорганические материалы, том 36, №1, Москва, 2000, с.10-11.,

8. Chemical Intercalation of Zerovalent into 2D Layered  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  Nanoribbons/Kristie J.Koski [et.al]/Journal of the American Chemical Society.2012, Vol.134, pp.13773-13779.

9. p-Type  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  for topological insulator and low-temperature thermoelectric applications/Hor, Y.S.[ et.al]/Phys.Rev.2009-B 79 (19) 5208.