

Н.Р. ОГАНЕСЯН, Г.О. ТОРОСЯН

**СИНТЕЗ И ПРОТИВОМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ВТОРИЧНЫХ  
АМИНОВ, ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ,  
СОДЕРЖАЩИХ 2-ГИДРОКСИЛЬНУЮ ГРУППУ**

Осуществлен синтез некоторых вторичных аминов, четвертичных аммониевых солей, содержащих 2-гидроксильную группу, и исследована их антибактериальная активность. Описаны усовершенствованные способы получения этих соединений. Синтез вторичных аминов осуществлен в микроволновой печи, которая позволяет сократить количество используемого моноэтаноламина с пятикратного избытка до двухкратного мольного количества.

**Ключевые слова:** вторичный амин, четвертичная аммониевая соль, 2-гидроксильная группа, синтез, микроволновое излучение, противомикробная активность.

N.R. HOVHANNISYAN, G.H. TOROSYAN

**SYNTHESIS AND ANTIMICROBE ACTIVITY OF SECONDARY  
AMINES, QUATERNARY AMMONIUM SALTS CONTAINING A 2-  
HYDROXYL GROUP**

The synthesis of some secondary amines, quaternary ammonium salts containing a 2-hydroxyl group is carried out. The synthesis of secondary amines is carried out in a microwave oven which allows to reduce the amount of monoethanolamine used from a five-fold excess to twice the molar amount. The antibacterial activity of the mentioned compounds has been investigated.

**Keywords:** secondary amine, quaternary ammonium salt, 2-hydroxyl group, synthesis, microwave radiation, antibacterial activity.

УДК 661.887.27:536.717

А.А. КАЗАРЯН, В.Г. ДЖАВАДЯН, Р.М. ОГАНИСЯН, Р.А. АВЕТЯН

**СИНТЕЗ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ВИСМУТ-  
ТЕЛЛУРИТНЫХ СПЛАВОВ**

В системе Bi-Te синтезированы и дифференциально-термическим анализом исследованы составы  $Bi_6Te$ ,  $Bi_5Te$ ,  $Bi_8Te_5$ ,  $BiTe$ ,  $BiTe_2$ ,  $BiTe_4$ . В результате исследования кинетики процесса окисления висмут-теллуридных порошков сплавов на воздухе выявлена возможность синтеза оксидных соединений путем низкотемпературного окисления (400...650°C).

**Ключевые слова:** кинетика окисления, сплав, висмут-теллуридные соединения.

**Введение.** Синтез висмут-теллуридных сплавов в системе Bi-Te и исследование процессов их окисления на воздухе представляют интерес для низкотемпературного синтеза оксидных соединений [1].

Ранее нами была исследована диаграмма состояния бинарной системы  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TeO}_2$  [2,3]. Оксидные соединения в бинарной системе были получены или твердофазовым синтезом шихт соответствующих стехиометрических составов, или их плавлением в кварцевых тиглях с последующей грануляцией расплава в воду. В настоящей работе сделана попытка синтеза бинарных оксидных соединений в системе  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TeO}_2$  путем окисления бинарных сплавов в системе Bi-Te.

**Реализация проблемы.** Целью настоящей работы является синтез висмут-теллуритных сплавов и исследование процессов окисления их порошков на воздухе с целью получения соответствующих бинарных оксидных соединений. В связи с этим нами была предпринята попытка синтезировать висмут-теллуритные сплавы, изучить их кинетику окисления и получить висмут-теллуритные оксидные соединения путем низкотемпературного окисления.

**Методы и результаты реализации эксперимента.** В системе Bi-Te [1] были синтезированы 6 составов ( $\text{Bi}_6\text{Te}$ ,  $\text{Bi}_5\text{Te}$ ,  $\text{Bi}_8\text{Te}_5$ ,  $\text{BiTe}$ ,  $\text{BiTe}_2$ ,  $\text{BiTe}_4$ ). Висмут-теллуритные сплавы были получены плавлением смесей порошков исходных элементарных висмута и теллура в вакуумированных кварцевых ампулах. Максимальная температура синтеза составляла  $700^\circ\text{C}$ . Закалка расплавов проводилась на воздухе.

Для проведения дифференциально-термического анализа (ДТА) (дери- ватограф "Q-1500" скорость нагрева  $10^\circ\text{C}/\text{мин}$ ) и исследования кинетики окис- ления полученные висмут-теллуритные сплавы измельчались в агатовой ступке ( $\geq 70 \text{ мкм}$ ).

На рис.1 приведены кривые ДТА синтезированных нами висмут-теллу- ритных сплавов. Начиная с температуры  $230\dots 250^\circ\text{C}$  на кривых наблюдается увеличение веса образцов, что связано с их окислением во время нагревания.

Исследование кинетики окислительного процесса порошков висмут- теллуритных образцов проводилось методом гравиметрии при температурах  $400$ ,  $500$ ,  $600$ ,  $650^\circ\text{C}$ . Окисление проводилось в корундовых кюветах, поме- щенных в муфельную печь (NABERTHERMP-320). Наиболее эффективная температура для окисления висмут-теллуритных образцов  $-650^\circ\text{C}$  с выдерж- кой 2 часа.

Начальная навеска порошка висмут-теллуритных образцов составляла  $2\dots 2,5 \text{ г}$ . Увеличение массы порошков вследствие окисления фиксировалось во времени на электронных весах.

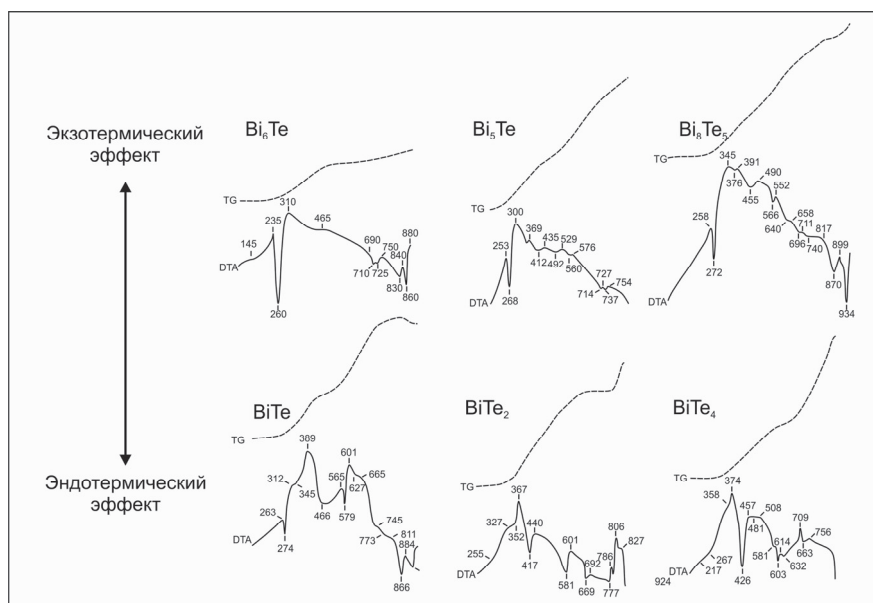


Рис. 1. Кривые ДТА порошков висмут-теллуридных сплавов ( $Bi_6Te$ ,  $Bi_5Te$ ,  $Bi_8Te_5$ ,  $BiTe$ ,  $BiTe_2$ ,  $BiTe_4$ )

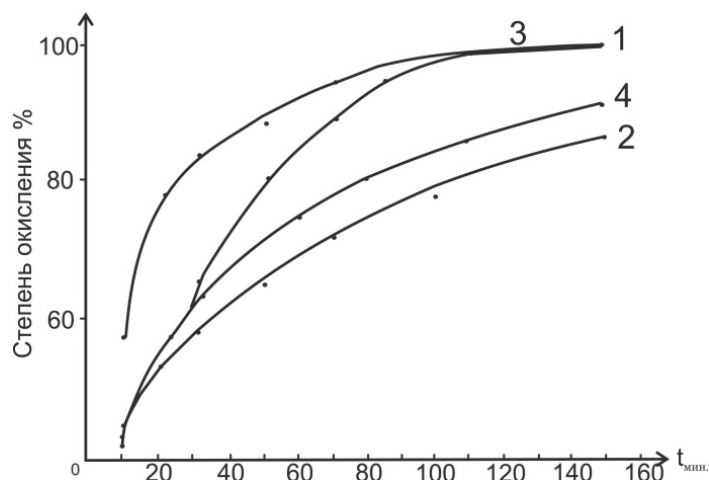


Рис. 2. Кинетика окисления порошков составов: 1- $Bi_5Te$ , 2- $BiTe$ , 3- $BiTe_2$ , 4- $BiTe_4$  при температуре  $650^{\circ}C$

На рис.2 представлена кинетика окисления 4-х составов порошков: 1- $Bi_5Te$ , 2- $BiTe$ , 3- $BiTe_2$ , 4- $BiTe_4$  при температуре  $650^{\circ}C$ . Из кривых видно, что окисление образцов 1- $Bi_5Te$  и 3- $BiTe_2$  за 110 минут выдержки при температуре  $650^{\circ}C$  приближается к 100%, а образцы 2- $BiTe$  и 4- $BiTe_4$  после 150 минут выдержки показывают 85...90% окисления. Идентификацию продуктов, обра-

зующихся при плавлении исходных висмут-теллуридных сплавов, как и окисление их порошков, проводили рентгенофазовым анализом (РФА) (“ДРОН-4”, Си-анод) [4]. На рис.3 показаны дифрактограммы исходных висмут-теллуридных сплавов и продуктов их окисления.

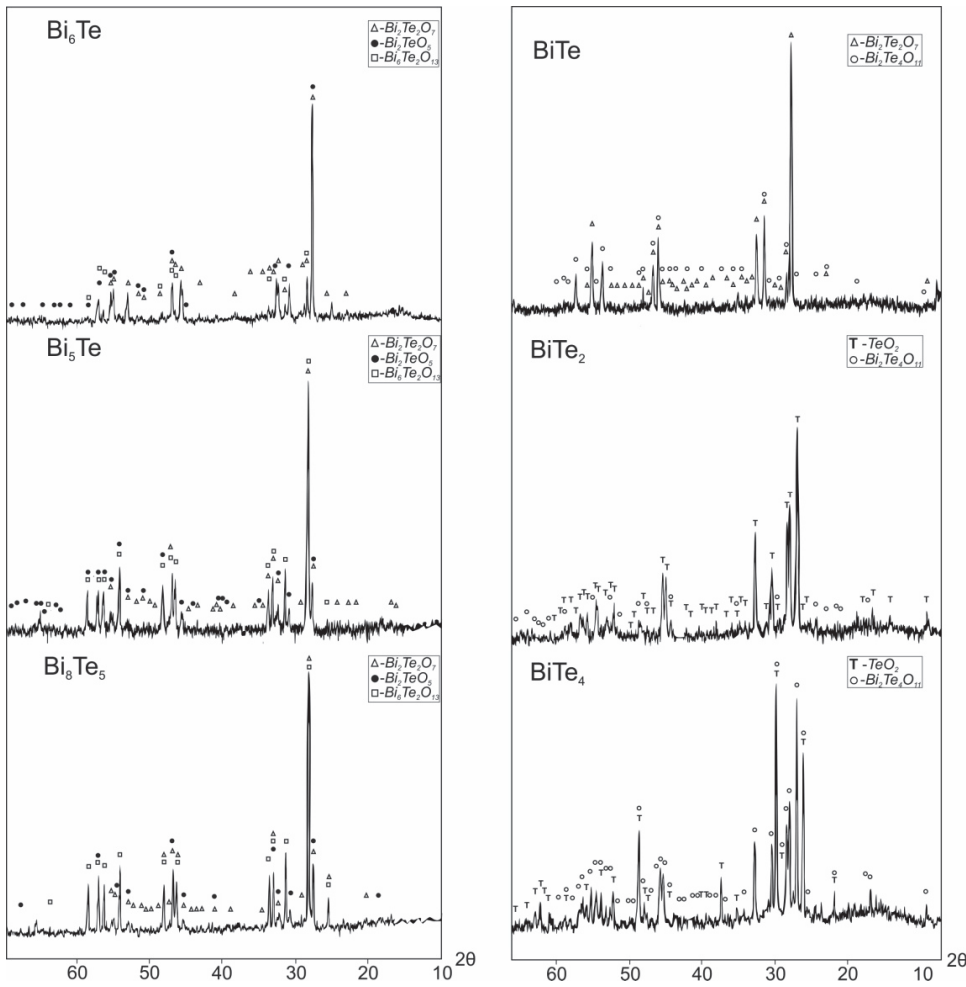


Рис. 3. Дифрактограммы синтезированных и окисленных висмут-теллуридных образцов

В таблице приведены результаты РФА синтезированных и окисленных висмут-теллуридных порошков сплавов.

## Результаты РФА

Синтезированные соединения в системе Bi-Te	Синтезированные и окисленные соединения при температуре 400...650°C в системе Bi-Te
<b>Bi<sub>6</sub>Te</b>	Bi <sub>2</sub> Te <sub>2</sub> O <sub>7</sub> Bi <sub>2</sub> TeO <sub>5</sub> Bi <sub>6</sub> Te <sub>2</sub> O <sub>13</sub>
<b>Bi<sub>5</sub>Te</b>	Bi <sub>2</sub> Te <sub>2</sub> O <sub>7</sub> Bi <sub>2</sub> TeO <sub>5</sub> Bi <sub>6</sub> Te <sub>2</sub> O <sub>13</sub>
<b>Bi<sub>8</sub>Te<sub>5</sub></b>	Bi <sub>2</sub> Te <sub>2</sub> O <sub>7</sub> Bi <sub>2</sub> TeO <sub>5</sub> Bi <sub>6</sub> Te <sub>2</sub> O <sub>13</sub>
<b>BiTe</b>	Bi <sub>2</sub> Te <sub>2</sub> O <sub>7</sub> Bi <sub>2</sub> Te <sub>4</sub> O <sub>11</sub>
<b>BiTe<sub>2</sub></b>	TeO <sub>2</sub> Bi <sub>2</sub> Te <sub>4</sub> O <sub>11</sub>
<b>BiTe<sub>4</sub></b>	TeO <sub>2</sub> Bi <sub>2</sub> Te <sub>4</sub> O <sub>11</sub>

На основании РФА окисленных сплавов, приведенных на рис.3 и в таблице можно заключить, что:

1) при окислении сплавов Bi<sub>6</sub>Te, Bi<sub>5</sub>Te и Bi<sub>8</sub>Te<sub>5</sub> образуется смесь трех оксидных соединений: Bi<sub>2</sub>Te<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Bi<sub>2</sub>TeO<sub>5</sub> и Bi<sub>6</sub>Te<sub>2</sub>O<sub>13</sub>;

2) при окислении сплава BiTe образуется смесь двух оксидных соединений: Bi<sub>2</sub>Te<sub>2</sub>O<sub>7</sub> и Bi<sub>2</sub>Te<sub>4</sub>O<sub>11</sub>;

3) при окислении сплавов BiTe<sub>2</sub> и BiTe<sub>4</sub> образуется смесь двуокиси теллура с Bi<sub>2</sub>Te<sub>4</sub>O<sub>11</sub>.

**Выводы.** Таким образом, проведенные впервые исследования процесса окисления бинарных висмут-теллуридных порошков из сплавов позволили сделать вывод о возможном, альтернативном методе синтеза оксидных соединений в системе Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TeO<sub>2</sub>.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Phase Equilibria Diagrams, CD-ROM Database, Version 3.3, ACerS-NITS.
2. Исследование диаграммы состояния бинарной системы Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TeO<sub>2</sub> /А.А. Казарян, Р.М. Оганесян, Б.В. Петросян и др.// IV Международная конференция по химии и химической технологии / ИОНХ.-2015.-С.79.

3. **Казарян А.А.** Исследование богатой  $\text{TeO}_2$  области диаграммы состояния бинарной системы  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TeO}_2$  // Химический журнал Армении. -2015.-68, №4.- С. 552.
4. International Center for Diffraction Data (ICDD), PDF-2 release 2008, Version 2.0804.- Pennsylvania, USA, 2008.

**Ա.Ա. ԴԱԶԱՐՅԱՆ, Վ.Գ. ՋԱՎԱԴՅԱՆ, Ռ.Մ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ,  
Ռ.Ա. ԱՎԵՏՅԱՆ**

**ԲԻՍՄՈՒԹ-ԹԵԼՈՒՐԻՏԱՅԻՆ ՀԱՄԱՀԱԼՎԱԾՔՆԵՐԻ ՍԻՆԹԵԶԸ ԵՎ ՑԱԾԹ  
ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԱՅԻՆ ՕՔՍԻԴԱՑՈՒՄԸ**

$\text{Bi-Te}$  համակարգում սինթեզվել են 6 միացություններ ( $\text{Bi}_6\text{Te}$ ,  $\text{Bi}_5\text{Te}$ ,  $\text{Bi}_8\text{Te}_5$ ,  $\text{BiTe}$ ,  $\text{BiTe}_2$ ,  $\text{BiTe}_4$ ): Կատարվել է սինթեզված համահալվածքների դիֆերենցիալ-թերմիկ անալիզի և օքսիդացման պրոցեսի կինետիկայի ուսումնասիրություն: Արդյունքում՝ հաստատվել է օդի թթվածնով ցածր ջերմաստիճանային ( $400\text{-}650^\circ\text{C}$ ) օքսիդացմամբ  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TeO}_2$  համակարգում համապատասխան օքսիդային միացությունների ստացումը:

**Առանցքային բաներ.** օքսիդացման կինետիկա, համահալվածք, բիսմութ-թելուրիտային միացություն:

**A.A. GHAZARYAN, V.G. JAVADYAN, R.M. HOVHANNISYAN,  
R.A. AVETYAN**

**SYNTHESIS AND LOW-TEMPERATURE OXIDATION OF BISMUTH-  
TELLURITE ALLOYS**

In the binary system  $\text{Bi-Te}$ , six compounds ( $\text{Bi}_6\text{Te}$ ,  $\text{Bi}_5\text{Te}$ ,  $\text{Bi}_8\text{Te}_5$ ,  $\text{BiTe}$ ,  $\text{BiTe}_2$ ,  $\text{BiTe}_4$ ) have been synthesized and analyzed by the differential-thermal analysis. As a result, the possibility of obtaining bismuth-telluride oxide compounds in the binary system of  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TeO}_2$  from bismuth-telluride alloys by low-temperature oxidation ( $400\text{-}650^\circ\text{C}$ ) in the air has been revealed.

**Keywords:** kinetics of oxidation, alloy, bismuth-telluride compounds.