

М.М. МАТАЕВ, К.О. КИШИБАЕВ, А.Б. АЛИБАЕВА, М.Р. АБДРАЙМОВА,

М.А. НУРБЕКОВА, Ж.Д. БАТЫРБЕКОВА, Е.Ж. МЕНЛИГАЗИЕВ

(КазГосЖенПУ)

СМЕШАННЫЕ ФЕРРИТЫ ВИСМУТА

В СИСТЕМЕ $R_2O - Bi_2O_3 - CaO$

Аннотация

Методом твердофазной реакции синтезирован смешанный феррит состава $YbBiNaFeO_5$. Проведены комплексные исследования, включающие термический анализ, порошковую рентгенографию, электронную микроскопию. Установлено, что синтезированная фаза кристаллизуются в кубической сингонии.

Ключевые слова: Смешанные, ферриты, висмут, система, электроника, полупроводник, материалы, заряд, задача, поиск, практика.

Кілт сөздер: Қоспалар, феррит, висмут, жүйе, электроника, шалаөткізгіш, материалдар, заряд, мақсат, ізденіс, тәжірибе.

Keywords: Mixed, ferrits, Bi, system, electronics, semiconductor, materials, charge, task, search, practice.

В современной электронике используются полупроводниковые материалы, функционирование которых обеспечивается зарядом электрона. Возрастающие требования к характеристикам приборов электроники ставят задачу поиска и внедрения в практику альтернативных материалов, работающих на неклассических принципах. Основой электроники будущего могут стать приборы спинтроники, в работе которых помимо заряда электрона участвует его спин.

Впервые о спинтронике заговорили после открытия эффекта гигантского магнетосопротивления, который обусловлен неодинаковым рассеянием на ферромагнитных примесях двух групп электронов, различающихся ориентацией спинов «верх» и «вниз». Для реализации этого отбора необходимо, чтобы средние длины свободного пробега существенно различались для электронов с направлениями спинов «верх» и «вниз». Такая ситуация реализуется в ферромагнитных материалах, в которых вследствие обменного расщепления 3d – зоны возникают различия в плотности незанятых состояний электронов. На этом принципе основаны магниторезистивные приборы, реализующие эффекты гигантского и туннельного магнетосопротивления [1].

В данной работе изучены условия получения новых классов сложных смешанных ферритов висмута.

Новые поликристаллические сложные ферриты висмута синтезировали по керамической технологии. В качестве исходных компонентов использовали оксид висмута (III) марки («х.ч»), карбонат натрия («ос.ч.»), оксид иттербия («ос.ч.»), оксид железа (III) марки («х.ч»). Твердофазный синтез проводили на основании термических данных исходных компонентов и учитывали условия Таммана для керамических реакций. Предварительно отоженные в муфельной печи при температуре 400°C в течение одного часа стехиометрически рассчитанные смеси исходных компонентов тщательно перемешали и перетирали в агатовый ступке, помещали в алундовые тигли и отжигали в силитовой печи. Отжиг проводили в два этапа. Первый этап – 600°C в течение 48 часов, второй этап – 800°C в течение 20 часов.

Рентгеновскую съемку синтезированных фаз проводили на рентгеновском дифрактометре X'Pert MPD PRO (PANalytical), особенности морфологий поверхности керамики исследованы в контактном режиме на электронном микроскопе фирмы JEOL марка JED-2300. Микроструктура поликристаллической фазы 2YbBiNaFeO_5 представлены на рис. 1.

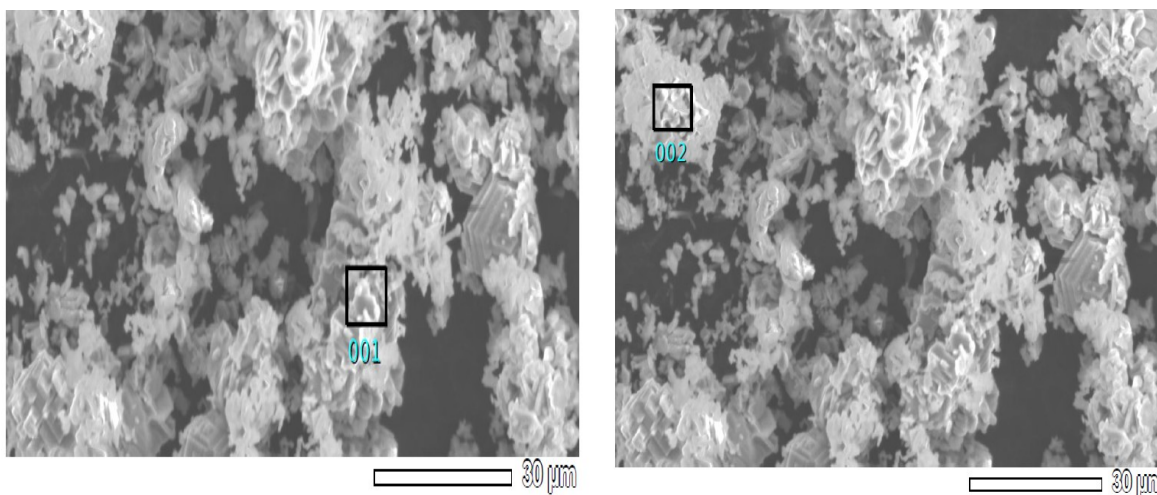


Рисунок 1 – Микродифракция структуры 2YbBiNaFeO_5

На основании проведённых экспериментов выявлено и зафиксировано присутствие в электронно-микроскопических снимках сложных висмутитов различных морфологических структур. Проведена их условная классификация по морфологическим признакам, определены кристаллическая форма частиц, как пористые округлой формы образования.

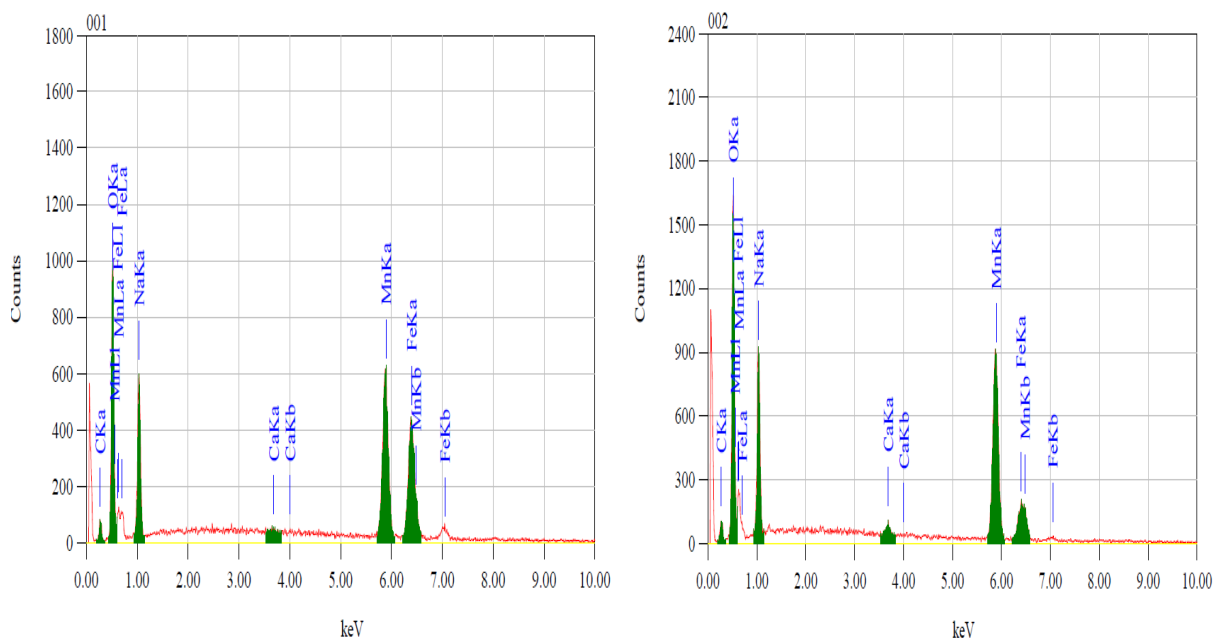


Рисунок 2 – Характеристические рентгеновские спектры 2YbBiNaFeO_5

Характеристические рентгеновские спектры электронных переходов на внутренних уровнях атомов между соседними электронными орбитами по направлениям слоев [001] приведены на рис.2., количественные результаты – в таблице 1.

Таблица 1 – Количественные результаты

| Элементы | кэВ | масса | ошибка | атом | Элементы | кэВ | масса | ошибка | атом |
|-------------|-------|-------|--------|-------|----------|-------|-------|--------|-------|
| C Counts | 0,277 | 4,93 | 0,15 | 12,82 | C | 0,277 | 5,53 | 0,26 | 12,72 |

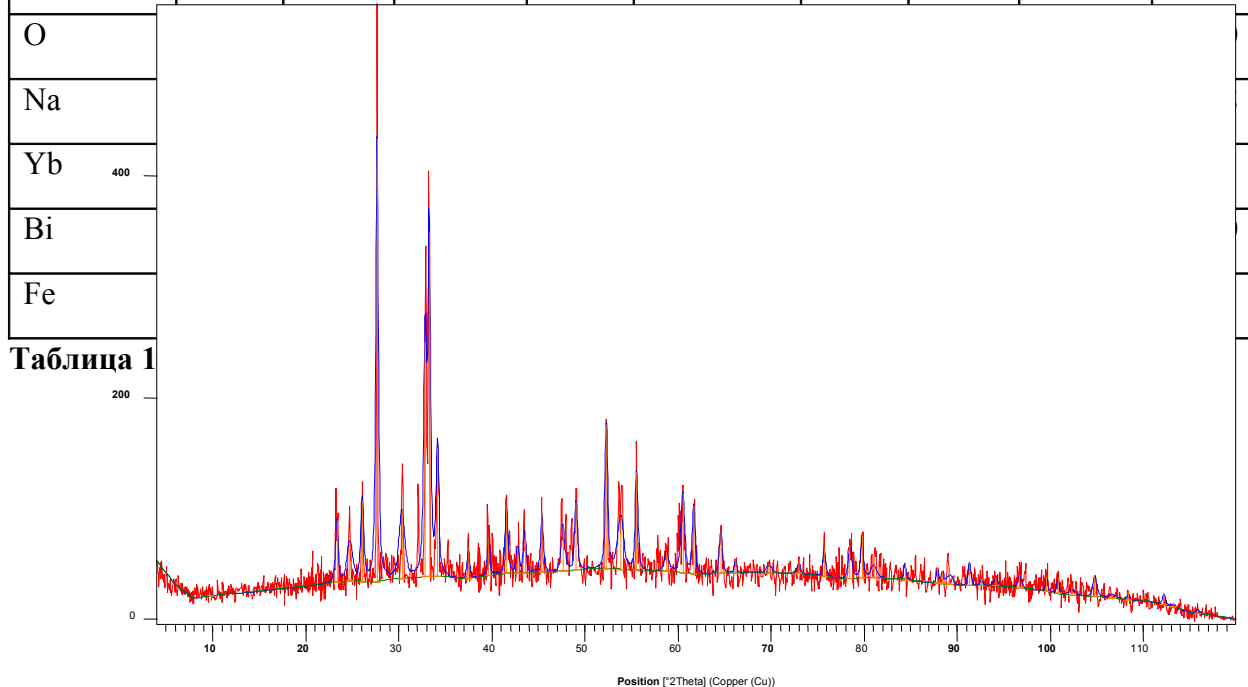


Таблица 1

Рисунок 3 – Рентгенограмма фазы 2YbBiNaFeO_5

Таблица 2 – Индексированные рентгенограммы порошка состава 2YbBiNaFeO

| № | h | k | l | d [Å] | 2Theta[deg] | I [%] |
|----|---|---|---|----------|-------------|-------|
| 1 | 1 | 1 | 0 | 7,20080 | 12,282 | 0,1 |
| 2 | 2 | 0 | 0 | 5,09180 | 17,403 | 1,6 |
| 3 | 2 | 1 | 1 | 4,15740 | 21,355 | 2,6 |
| 4 | 2 | 2 | 0 | 3,60040 | 24,708 | 18,4 |
| 5 | 3 | 1 | 0 | 3,22030 | 27,679 | 100,0 |
| 6 | 2 | 2 | 2 | 2,93970 | 30,382 | 25,2 |
| 7 | 3 | 2 | 1 | 2,72160 | 32,882 | 65,3 |
| 8 | 4 | 0 | 0 | 2,54590 | 35,223 | 2,9 |
| 9 | 3 | 3 | 0 | 2,40030 | 37,437 | 4,7 |
| 10 | 0 | 2 | 4 | 2,27710 | 39,544 | 6,2 |
| 11 | 3 | 3 | 2 | 2,17110 | 41,562 | 9,9 |
| 12 | 4 | 2 | 2 | 2,07870 | 43,501 | 9,5 |
| 13 | 1 | 3 | 4 | 1,99720 | 45,373 | 13,6 |
| 14 | 5 | 2 | 1 | 1,85920 | 48,953 | 4,5 |
| 15 | 4 | 4 | 0 | 1,80020 | 50,668 | 0,1 |
| 16 | 0 | 3 | 5 | 1,74650 | 52,342 | 29,4 |
| 17 | 6 | 0 | 0 | 1,69720 | 53,984 | 14,8 |
| 18 | 5 | 3 | 2 | 1,65200 | 55,587 | 21,5 |
| 19 | 6 | 2 | 0 | 1,61020 | 57,160 | 0,3 |
| 20 | 5 | 4 | 1 | 1,557140 | 58,707 | 2,0 |
| 21 | 6 | 2 | 2 | 1,53520 | 60,233 | 1,9 |
| 22 | 6 | 3 | 1 | 1,50150 | 61,730 | 14,4 |
| 23 | 4 | 4 | 4 | 1,46990 | 63,209 | 1,3 |
| 24 | 3 | 4 | 5 | 1,44020 | 64,668 | 6,7 |
| 25 | 0 | 4 | 6 | 1,41220 | 66,112 | 1,4 |
| 26 | 7 | 2 | 1 | 1,38580 | 67,539 | 3,3 |

| | | | | | | |
|----------------------|---|---|---|---------|--------|-----|
| 27 | 2 | 4 | 6 | 1,36080 | 68,952 | 1,4 |
| 28 | 0 | 3 | 7 | 1,33720 | 70,347 | 1,0 |
| <i>Продолжение 2</i> | | | | | | |
| 29 | 6 | 5 | 1 | 1,29330 | 73,112 | 2,8 |
| 30 | 8 | 0 | 0 | 1,27290 | 74,480 | 0,3 |
| 31 | 1 | 4 | 7 | 1,25350 | 75,834 | 1,7 |
| 32 | 8 | 2 | 0 | 1,23490 | 77,185 | 0,7 |
| 33 | 3 | 5 | 6 | 1,21720 | 78,521 | 8,8 |
| 34 | 6 | 6 | 0 | 1,20010 | 79,862 | 8,2 |
| 35 | 1 | 3 | 8 | 1,18380 | 81,189 | 6,8 |
| 36 | 6 | 6 | 6 | 1,16810 | 82,515 | 0,3 |
| 37 | 2 | 5 | 7 | 1,15300 | 83,839 | 1,7 |
| 38 | 8 | 4 | 0 | 1,13860 | 85,147 | 0,6 |
| 39 | 9 | 1 | 0 | 1,12460 | 86,464 | 1,6 |
| 40 | 8 | 4 | 2 | 1,11110 | 87,780 | 2,4 |

Синтезированная фаза кристаллизуется в кубической объёмно-центрированной решетке. Достоверность результатов подтверждает четные суммы индексов Миллера (hkl), а также удовлетворительные совпадения экспериментальных и теоретических значений обратных величин квадратов межплоскостных расстояний. При значении числа формульных единиц, равной 1, параметр элементарной ячейки $a=10,81\text{Å}$, что подтверждается удовлетворительным согласием величин рентгеновских ($9,31\text{г/см}^3$) и пикнометрических ($9,332\text{г/см}^3$) плотностей.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Morgunov R.B., Dmitriyev A.I. Nanostruktury ferromagnitnyh poluprovodnikov – budushee spintroniki // Ros. xim. zh. 2009,- m.I,III, - №2, s. 36-46.
- 2 Mataev M.M. Kyrdeli aralas ferritterdin zhylu syiymdylyktary // Ximicheskii zhurnal Kazahstana,-2008,-№2 - s. 288-291.
- 3 Mataev M.M., Abdraimova M.R. Kyrdeli ferritterdin tazhiribelik zhylu syiymdylyktary // Vesnik Kaz.Gos.ZhenPI,-2009,-№1 s.128-131.

REFERENCES

1 Morgunov R.B., Dmitriyev A.I. Nanostruktury ferromagnitnyh poluprovodnikov – budushee spintroniki // Ros. xim. zh. 2009,- m.I.III, - №2, s. 36-46.

2 Mataev M.M. Kyrdeli aralas ferritterdin zhyly syiymdylyktary // Ximicheskii zhurnal Kazahstana,-2008,-№2 - s. 288-291.

3 Mataev M.M., Abdraimova M.R. Kyrdeli ferritterdin tazhiribelik zhyly syiymdylyktary // Vesnik Kaz.Gos.ZhenPI,-2009,-№1 s.128-131.

Резюме

М.М.Матаев, К.О.Кішібаев, А.Б.Әлібаева, М.Р.Абдрайымова,

М.А. Нұрбекова, Ж.Д. Батырбекова, Е.Ж.Меңдіғазиев

(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ.)

$R_2O - Bi_2O_3 - CaO$ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ВИСМУТТЫҢ АРАЛАС ФЕРРИТТЕРІ

Қатты фазалық $2YbBiNaFeO_5$ реакциясы әдісінен аралас ферриттің құрамы синтезделген. Құрамына термиялық талдау, ұнтақтық рентгенография, электрондық микроскопия кіретін кешенді зерттеу жүргізілді. Алынған фаза кубтық сингонияда кристалданатыны анықталған.

Кілт сөздер: Қоспалар, феррит, висмут, жүйе, электроника, шалаөткізгіш, материалдар, заряд, мақсат, ізденіс, тәжірибе.

Summary

M.M. Mataev, K.O. Kishibayev, A.B. Alibayeva, M.R. Abdraimova,

M.A. Nurbekova, Zh.D. Batirbekova, E.Zh. Menligaziyev

(Kazakh state female pedagogical university)

MIXED BISMUTH FERRITE SYSTEM $R_2O - Bi_2O_3 - CaO$

Synthesized by solid state reaction of mixed ferrite 2YbBiNaFeO_5 . The comprehensive study, including thermal analysis, powder. Found that as a result of the phase crystallizes in a cubic system.

Keywords: Mixed, ferrits, Bi, system, electronics, semiconductor, materials, charge, task, search, practice.

Поступила 11.01.2013 г.

*М.М.МАТАЕВ, К.О. КИШИБАЕВ, Н.С. ДАРКЕНБАЕВА, М.Р. АБДРАЙМОВА,
М.А. НУРБЕКОВА, Ж.Д. БАТЫРБЕКОВА, Е.Ж. МЕҢЛІҒАЗИЕВ*

(КазГосЖенПУ)

ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА СЛОЖНОГО ВИСМУТИТА

Аннотация

Изучены возможности синтеза порошков сложного висмутита $\text{CeSrBi}_2\text{O}_6$ и их рентгенографические характеристики.

Ключевые слова: фаза, состав, структура, сложный, висмутит, синтез, порошок, рентгенография.

Кілт сөздер: фаза, құрам, құрылым, күрделі, висмутит, синтез, ұнтақ, рентгенография.

Keywords: phase, composition, structure, difficult, bismuthite, synthesis, powder, sciagraphy.

Сегнетоэлектрические материалы находят широкое применение в разно-, акусто- и оптоэлектронике. На их основе создаются репрограммируемые запоминающие устройства, сохраняющие информацию после отключения питания. Для изготовления элементов памяти используют такие сегнетоэлектрические материалы, как $\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$ и $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$. Однако они обладают низкой временной стабильностью характеристик. Кроме того, цирконат, титанат свинца токсичен, что заставляет искать ему замену. Возникает необходимость разработки новых перспективных материалов, одним из которых являются сложные оксидные фазы висмута [1].

Традиционным методом получения порошков сложного висмутита является твердофазный синтез из карбонатов щелочноземельных элементов и оксидов редкоземельных металлов и висмута при высоких температурах. Несмотря на кажущуюся простоту керамической технологии, получение материалов высокого качества с воспроизводимыми свойствами представляют определенные трудности, поскольку при температуре синтеза реагенты находятся в твердом состоянии, затруднено равномерное

легирование и требуется достаточное время для термообработки – несколько десятков часов, а также характеризуются высокой энергоемкостью процесса.

Цель настоящей работы – получение порошков сложного висмутита путем твердофазного синтеза. В качестве исходных компонентов использовали: оксид висмута марки («х.ч»), карбонат стронция («ос.ч.»), оксид церия («ос.ч.»). Твердофазный синтез проводили на основании термических данных исходных компонентов и учитывая условия Таммана и термодинамические расчеты для керамических реакций. Для синтеза использовали предварительно отожженные в муфельной печи алундовые тигли, химически нейтральные по отношению к реагентам и продуктам реакции. Термообработку проводили в воздушной атмосфере при температурах 600, 800, 1000°C, время отжига от 8 до 10 часов [2,3].

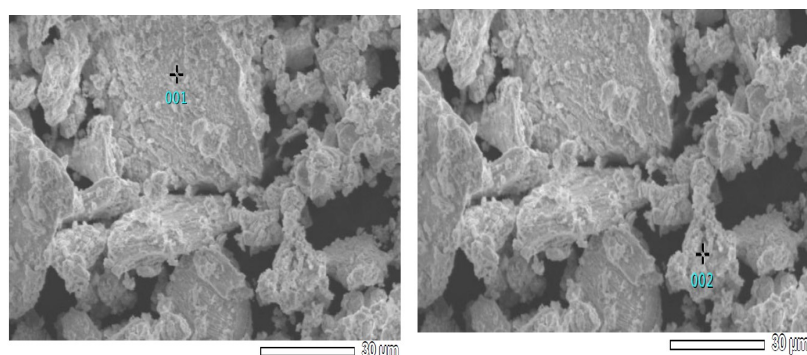


Рисунок 1 – Электронно-микроскопические снимки частиц состава $\text{CeSrBi}_2\text{O}_6$

Полученные порошковые композиции исследовали методом рентгенофазового анализа (РФА) с использованием характеристического излучения CuK_α на рентгеновском дифрактометре X'Pert MPD PRO (PANalytical). Химический состав полученных порошков сложного висмутита исследовали методом электронно – зондового микроанализа, особенности морфологии поверхности спеков порошков проводили на электронном микроскопе фирмы JEOL марки JED-2300. Микроструктура поликристаллической фазы $\text{CeSrBi}_2\text{O}_6$ представлены на рис. 1.

Как следует из микрофотографий, наблюдается самая распространённая разновидность nano размерных частиц, ориентированно округлые, сферические и плоские кристаллиты, с различной степенью асимметрии, с четкими границами и рыхлыми, толстыми слоями.

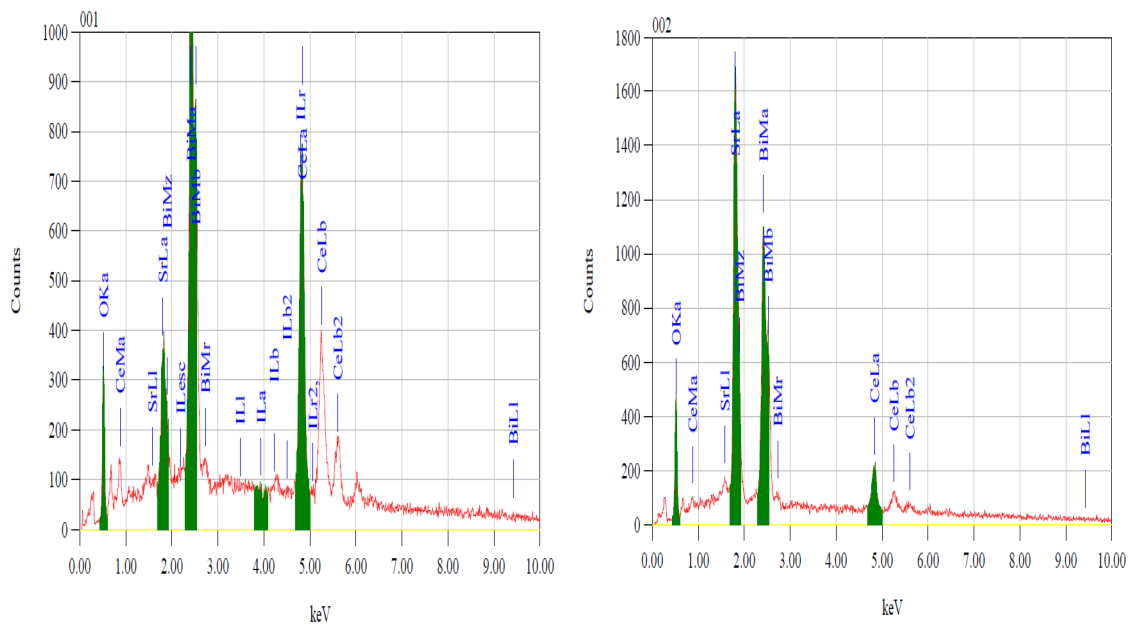


Рисунок 2 – Характеристические рентгеновские спектры CeSrBiO_6

Характеристические рентгеновские спектры электронных переходов на внутренних уровнях атомов между соседними электронными орбитами по направлению слоев [001] приведены на рис.2, количественные результаты – в таблице 1.

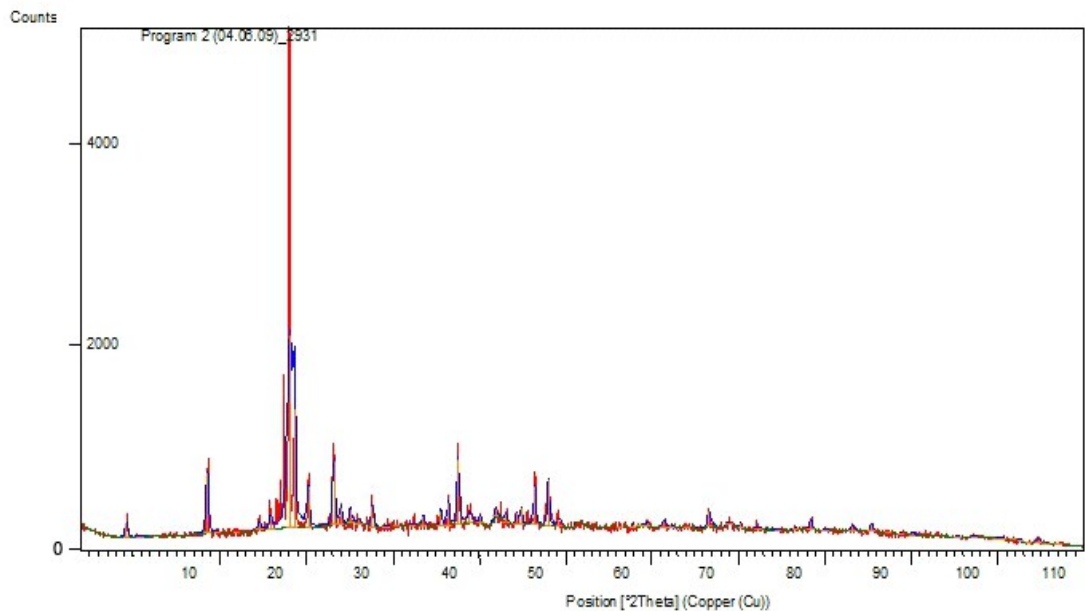


Рисунок 3 – Рентгенограмма фазы $\text{CeSrBi}_2\text{O}_6$

Таблица 1 – Результаты количественного анализа

| Элементы | кэВ | масса | ошибка | атом | Элементы | кэВ | масса | ошибка | атом |
|----------|-------|-------|--------|-------|----------|-------|-------|--------|-------|
| O | 0,525 | 4,19 | 0,05 | 29,95 | O | 0,525 | 9,66 | 0,07 | 47,35 |
| Sr | 1,806 | 5,01 | 0,18 | 6,54 | Sr | 1,806 | 31,11 | 0,15 | 27,84 |
| Ce | 4,837 | 48,95 | 0,40 | 39,97 | Ce | 4,837 | 14,04 | 0,40 | 7,85 |
| Bi | 2,419 | 41,86 | 0,27 | 23,54 | Bi | 2,419 | 45,19 | 0,27 | 16,96 |

Таблица 2 – Индексированные рентгенограммы порошка состава $CeSrBi_2O_6$

| No. | h | k | l | d [Å] | 2Theta[deg] | I [%] |
|-----|---|---|---|---------|-------------|-------|
| 1 | 2 | 0 | 0 | 7,15100 | 12,368 | 23,3 |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 6,74730 | 13,111 | 0,1 |
| 3 | 2 | 0 | 1 | 5,22480 | 16,956 | 0,1 |
| 4 | 2 | 1 | 0 | 4,67230 | 18,979 | 23,0 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 4,55400 | 19,477 | 0,2 |
| 6 | 3 | 0 | 1 | 4,04630 | 21,949 | 0,3 |
| 7 | 2 | 1 | 1 | 3,98770 | 22,276 | 0,1 |
| 8 | 1 | 0 | 2 | 3,69620 | 24,058 | 47,7 |
| 9 | 4 | 0 | 0 | 3,57550 | 24,882 | 0,2 |
| 10 | 3 | 1 | 1 | 3,38390 | 26,316 | 0,2 |

| | | | | | | |
|----|---|---|---|-------------|--------|-------|
| 11 | 2 | 0 | 2 | 3,3736 0 | 26,398 | 0,1 |
| 12 | 1 | 1 | 2 | 3,1710 0 | 28,118 | 62,7 |
| 13 | 4 | 1 | 0 | 3,0938 0 | 28,835 | 100,0 |
| 14 | 0 | 2 | 0 | 3,0859 0 | 28,910 | 95,1 |
| 15 | 3 | 0 | 2 | 2,9840 0 | 29,920 | 13,3 |
| 16 | 4 | 1 | 1 | 2,8683 0 | 31,157 | 0,3 |
| 17 | 2 | 2 | 0 | 2,8333 0 | 31,552 | 8,6 |
| 18 | 3 | 1 | 2 | 2,6865 0 | 33,325 | 31,0 |
| 19 | 5 | 0 | 1 | 2,6793 0 | 33,417 | 18,7 |
| 20 | 1 | 0 | 3 | 2,5112 0 | 35,726 | 0,1 |
| 21 | 5 | 1 | 1 | 2,4538 0 | 36,591 | 0,4 |
| 22 | 2 | 0 | 3 | 2,4025 0 | 37,401 | 0,2 |
| 23 | 6 | 0 | 0 | 2,3836 0 | 37,709 | 0,8 |
| 24 | 1 | 2 | 2 | 2,3688 0 | 37,954 | 15,5 |
| 25 | 4 | 2 | 0 | 2,3361 0 | 38,506 | 0,7 |
| 26 | 1 | 1 | 3 | 2,3260 0 | 38,680 | 0,8 |
| 27 | 5 | 0 | 2 | 2,2910 0 | 39,295 | 10,7 |

Индицирование рентгенограммы порошка $\text{CeSrBi}_2\text{O}_6$ проводили методом гомологии, искажением исходной структуры $\delta\text{-Bi}_2\text{O}_3$, фаза кристаллизуется в перовскитоподобной орторомбической решетке. При значении числа формульных единиц, равной 4, параметр элементарной ячейки $a=14,3019\text{Å}$, $b=6,1718\text{ Å}$, $c=7,6524\text{ Å}$ что подтверждается удовлетворительным согласием величин рентгеновских ($6,62\text{г/см}^3$) и пикнометрических ($6,65\text{г/см}^3$) плотностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Efimenko L.P., Polyakova I.G., Barishnikov V.G., Kovalchuk E.A., Afanasev V.P.* Vozmozhnost polucheniya poroshkov titanata $(\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x)_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ v rasplavah solei // zh. neorg.himii.2010.T.83(I). С. 3-9.
2. *Mataev M.M., Mirzahmetova N.O., Orazimbetova A.N.* Sintez i rentgenografiya slozhnogo vismutita // Izvestiya NAN RK.2011.T.6(390).С. 24-26.
3. *Mataev M.M.* Slozhnie vismutyti RZE i stronsiya // Vestnik KazNU им. Al-Farabi. 2002. №2. С.143-146.

REFERENCES

- 1 *Efimenko L.P., Polyakova I.G., Barishnikov V.G., Kovalchuk E.A., Afanasev V.P.* Vozmozhnost polucheniya poroshkov titanata $(\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x)_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ v rasplavah solei // zh. neorg.himii.2010.T.83(I). С. 3-9.
- 2 *Mataev M.M., Mirzahmetova N.O., Orazimbetova A.N.* Sintez i rentgenografiya slozhnogo vismutita // Izvestiya NAN RK.2011.T.6(390).С. 24-26.
- 3 *Mataev M.M.* Slozhnie vismutyti RZE i stronsiya // Vestnik KazNU им. Al-Farabi. 2002. №2. С.143-146.

Резюме

М.М. Матаев, К.О. Кішібаев, Н.С. Дәркенбаева, М.Р. Абдрайымова,

М.А. Нұрбекова, Ж.Д. Батырбекова, Е.Ж. Меңдіғазиев

(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ.)

КҮРДЕЛІ ВИСМУТИТТЕРДІҢ ФАЗАЛЫҚ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫСЫ

Күрделі висмутит CeSrBiO_6 ұнтағын синтездеу әдістері және олардың рентгенографиялық қасиеттері зерттелді.

Кілт сөздер: фаза, құрам, құрылым, күрделі, висмутит, синтез, ұнтақ, рентгенография.

Summary

M.M. Mataev, K.O. Kishibayev, N.S. Darkenbayeva, M.R. Abdraimova,

M.A. Nurbekova, Zh.D. Batirbekova, E.Zh. Menligaziev

(Kazakh state female pedagogical university)

PHASE COMPOSITION OF THE COMPLEX STRUCTURE OF BISMUTH

The synthesis of powders explored the complex bismuth CeSrBiO_6 and their roentgenographic characteristics.

Keywords: phase, composition, structure, difficult, bismuthite, synthesis, powder, sciagraphy.

Поступила 11.01.2013 г.