

УДК 542.91:546.33'47'244+536.6+537.226.33

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРРИТОВ $Tb_2M^I_3Fe_5O_{12}$ ($M^I - Li, Na, K$)

**Е.С. Мустафин, Х.Б. Омаров, А.А. Муратбекова, Р.З. Касенов, А.М. Пудов,
 Д.А. Кайкенов, А.С. Сатымбаева, Ж.К. Богжанова**

**Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Караганда,
 Республика Казахстан, E-mail: edigemus@mail.ru**

Твердофазным способом по керамической технологии из оксидов тербия (III), железа (III), карбонатов щелочных металлов впервые синтезировано 3 соединения состава $Tb_2M^I_3Fe_5O_{12}$ ($M^I - Li, Na, K$). Методом рентгенографии определены типы сингонии и параметры элементарных ячеек синтезированных соединений.

Оксиды металлов переменной валентности с перовскитоподобной структурой представляют собой класс материалов, в которых наблюдается ряд интересных и важных для практического применения явлений: переходы металл-диэлектрик, магнитное упорядочение различной природы, сверхпроводимость [1]. Поэтому они вызывают интерес широкого круга исследователей во всем мире, проводящих как фундаментальные исследования, направленные на понимание природы этих физических явлений, так и прикладные исследования в области технологии получения перовскитовых оксидов и создания на их основе разнообразных устройств, работа которых основана на электронных свойствах оксидов.

Соединения на основе оксидов редкоземельных металлов в силу особенностей электронного строения лантаноидов обладают уникальным сочетанием электрических, магнитных, тепловых, оптических и других свойств, которые могут найти широкое использование в современной микроэлектронике и многих областях современной техники при создании систем многофункционального назначения [2, 3]. Многообразие указанных свойств зависит от состава, строения и способа получения того или иного оксида.

Цель настоящей работы – синтез и рентгенографическое исследование сложных ферритов щелочных и редкоземельных металлов состава $Ln_2M^I_3Fe_5O_{12}$, где Ln – редкоземельный металл Tb, M^I – щелочной (Li, Na, K), обладающих перспективными электрофизическими свойствами (полупроводниковыми, сегнетоэлектрическими, магнитными, сверхпроводниковыми и т.д.).

Синтез соединений проводили твердофазным отжигом в три стадии при различных температурах. Исходными компонентами для синтеза служил оксид тербия квалификации «ос.ч.», оксид железа (III) марки «х.ч.» и карбонаты щелочных металлов квалификации «х.ч.». Навески исходных веществ взвешивались с точностью до четвертого знака после запятой. Их расчет проведен в пересчете на конкретные конечные составы сложных ферритов. Смеси реагентов тщательно перетирались в агатовой ступке, затем пересыпались количественно в алундовые тигли для отжига в селитовой печи. Синтез проводили следующим образом: I стадия в течение 10 часов при температуре 800°C, II стадия 1300°C – 10 часов при периодическом перетирании в ступке; далее при 400°C в течение 20 часов проводили отжиг с целью получения стабильных при обычных условиях соединений.

Рентгенофазовый анализ проводили на дифрактометре ДРОН-2.0 (CuK_α - излучение). Дифрактограммы порошков новых ферритов индицировали методом гомологии [4], в качестве гомолога принят структурный тип перовскита. В стеклянных пикнометрах ($V = 1$ мл) измеряли плотность образцов по методике [5]. Индифферентной жидкостью служил тетрабромэтан, так как он хорошо смачивает исследуемое вещество, а также химически инертен к нему и имеет малую зависимость плотности от температуры. Измерение плотности для каждого соединения проводили по 5 раз.

Корректность результатов индицирования рентгенограмм подтверждается удовлетворительным совпадением экспериментальных и расчетных значений $10^4/d^2$ (табл. 1).

По результатам индицирования определено, что соединения кристаллизуются в тетрагональной сингонии с параметрами решеток, которые представлены в таблице 2. Удовлетворительное совпадение рентгеновских и пикнометрических плотностей ферритов указывает на достоверность и корректность результатов индицирования и на точность

определения параметров решеток.

Таким образом, впервые методом керамической технологии в интервале 800 – 1300°C синтезированы ферриты составов $Tb_2Li_3Fe_5O_{12}$, $Tb_2Na_3Fe_5O_{12}$, $Tb_2K_3Fe_5O_{12}$. Методом рентгенографии установлено, что полученные вещества кристаллизуются в тетрагональной сингонии.

Таблица 1. Индицирование рентгенограмм порошков $Tb_2M^I_3Fe_5O_{12}$ (M^I – Li, Na, K)

I/I_0 , %	d , Å	$10^4/d^2_{эксп.}$	hkl	$10^4/d^2_{выч}$
1	2	3	4	5
$Tb_2Li_3Fe_5O_{12}$				
13	3,8428	677	220	677
4	3,7304	719	221	719
3	3,5142	810	301	804
12	3,4492	841	310	846
100	3,0575	1070	223	1055
10	2,9454	1153	321	1142
11	2,7986	1277	322	1268
63	2,7153	1356	400	1354
40	2,6453	1429	304	1433
28	2,5122	1584	106	1595
8	2,4004	1736	421	1734
7	2,3006	1889	315	1895
8	2,1862	2092	414	2109
8	2,1264	2212	510	2201
53	2,0804	2311	333	2284
13	1,9315	2681	008	2685
10	1,9142	2709	440	2708
40	1,8753	2844	118	2854
13	1,7167	3393	009	3398
6	1,7015	3454	308	3446
3	1,6579	3638	542	3637
18	1,5492	4167	507	4171
8	1,5342	4249	319	4244
5	1,5228	4312	702	4314
34	1,4712	4620	2.1.10	4618
7	1,4504	4754	409	4752
4	1,3776	5269	715	5280
$Tb_2Na_3Fe_5O_{12}$				
9	3,8300	682	220	680
4	3,4348	848	130	850
11	3,3131	911	302	910
100	2,7724	1301	006	1309
23	2,7029	1369	400	1360
14	2,6255	1451	410	1445
36	2,5259	1567	331	1566
12	2,2624	1954	117	1952
5	2,1824	2099	334	2112
16	2,0107	2473	520	2465
5	1,9268	2694	434	2707
4	1,9057	2754	416	2754
4	1,8807	2827	336	2839
4	1,8672	2887	327	2887
18	1,7906	3119	515	3119
29	1,7189	3385	603	3387

9	1,6888	3506	516	3519
1	2	3	4	5
30	1,6579	3638	0.0.10	3638
8	1,5751	4031	446	4029
18	1,5492	4167	700	4165
8	1,3882	5189	650	5185
32	1,3558	5440	800	5440
4	1,3400	5569	2.0.12	5561
3	1,2663	6236	736	6239
6	1,2193	6726	737	6712
3	1,2081	6852	5.2.11	6866
8	1,1861	7108	709	7111
33	1,1537	7513	836	7514
9	1,1342	7774	808	7768
Tb ₂ K ₃ Fe ₅ O ₁₂				
7	5,9622	281	003	288
4	4,0841	600	104	597
10	3,8376	679	220	679
14	3,4492	841	310	849
100	3,0752	1057	303	1052
9	2,9753	1130	313	1137
21	2,8321	1247	106	1238
20	2,8053	1271	304	1276
63	2,7178	1354	400	1358
66	2,6654	1408	401	1390
15	2,6313	1444	410	1442
10	2,5691	1515	330	1528
4	2,4539	1661	107	1654
7	2,3815	1763	421	1782
6	2,3024	1886	440	1870
8	2,2624	1954	414	1955
9	2,1862	2092	500	2122
4	2,1596	2144	501	2154
7	2,1264	2212	118	2219
7	2,0964	2275	333	2292
4	2,0432	2395	208	2389
3	2,0012	2497	513	2495
14	1,9315	2680	109	2679
10	1,9142	2729	228	2728
36	1,8862	2811	308	2813
39	1,8780	2835	442	2844
6	1,8153	3035	600	3056
13	1,7180	3388	620	3395
7	1,6909	3498	418	3492
8	1,6559	3647	614	3653
5	1,6331	3750	428	3747
34	1,6040	3887	2.2.10	3881
16	1,5509	4158	700	4159
9	1,5342	4249	518	4256
5	1,5271	4288	702	4287
1	2	3	4	5
10	1,4885	4513	528	4511
3	1,4662	4652	4.1.10	4645
6	1,4482	4768	714	4756
2	1,4203	4957	705	4960

3	1,3783	5264	651	5263
---	--------	------	-----	------

Литература

- [1] Мустафин Е.С., Толоконников Е.Г., Касенов Б.К. и др. Синтез, рентгенографические и термодинамические свойства ферритов $\text{YbMgFe}_2\text{O}_{5,5}$ и $\text{YbCaFe}_2\text{O}_{5,5}$ //ЖНХ. 2005. Т. 50. № 2. С. 187 – 191.
- [2] Мустафин Е.С., Касенов Б.К., Касенова Ш.Б. и др. Синтез и калориметрия ферритов $\text{LaMeFe}_2\text{O}_{5,5}$ (Me – Mg, Ca, Sr, Ba) //ЖНХ. 2004. Т. 49. № 1. С. 107 – 111.
- [3] Мустафин Е.С., Касенов Б.К., Касенова Ш.Б. и др. Синтез и термодинамические свойства $\text{LaBaFe}_2\text{O}_{5,5}$ //Вестник ПГУ. 2002. № 4. С. 22 – 25.
- [4] Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. 2-е изд. М.: Изд-во МГУ, 1976. 256 с.
- [5] Кивилис С.С. Техника измерений плотности жидкостей и твердых тел. М.: Стандартгиз, 1959. 191 с.

$\text{Tb}_2\text{M}^1_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (M^1 - Li, Na, K) ФЕРРИТТЕРДІҢ РЕНТГЕНОГРАФИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУІ

Е. С. Мустафин, Х.Б. Омаров, А.А. Мұратбекова, Р.З. Касенов, А.М. Пудов, Д.А. Кайкенов, А.С. Сатымбаева, Ж.К. Богжанова

Тербий (III), темір (III) оксидтерінен және сілтілі металдардың карбонаттарынан керамикалық технология бойынша қаттыфазалық әдіспен $\text{Tb}_2\text{M}^1_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (M^1 - Li, Na, K) құрамды үш қосылыс алғаш рет синтезделді. Рентгенографиялық әдіспен алынған қосылыстардың сингония түрлері мен элементарлы ұяшықтарының параметрлері анықталды.

X-RAY STUDY OF FERRITES $\text{Tb}_2\text{M}^1_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (M^1 - Li, Na, K)

Y.S. Musstafin, Ch.B. Omarov, A.A. Muratbekova, R.Z. Kassenov, A.M. Pudov, D.A. Kaykenov, A.S. Satymbaeva, Zh.K. Bogzhanova

For the first time three compounds of next structure $\text{Tb}_2\text{M}^1_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (M^1 - Li, Na, K) are synthesized by the solid-phase method on ceramic technology from oxides of terbium (III), iron (III), alkali metal carbonates. The syngonia type and unit cell parameters of the synthesized compounds are defined by X-ray method.

ӘОЖ 543.5

ХИМИК МАМАНДАРДЫ ДАЙЫНДАУДА ИНТЕРНЕТ ЖҮЙЕСІНІҢ МАҢЫЗЫ

А.И. Ниязбаева, А.А. Казбанова

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті. Алматы, Қазақстан
almaguln63@mail.ru

Мақалада химик-мамандарды дайындауда Интернет жүйесінің ролі және маңызы туралы айтылған, бірнеше химиялық сайттардың адресі және қысқаша мазмұны берілген.

Ақпараттық ғасырда кез-келген кәсіби салада интеллектуалды қызметтердің дамуы компьютер және қазіргі коммуникация құралдарымен тығыз байланысты. Бүгінгі заман талабына сай даму адамның білімділігіне, мәдениетіне, іскерлігіне, жалпы айтқанда, оның өз қызметіне түбегейлі әсер етеді. Ақпараттық технология білімді өңдеу және тереңдету арқылы қоғамның материалдық және рухани жағдайын өзгертеді. Сондықтан, қазіргі күн санап ақпараттар ауқымы өсіп жатқан заманда ғаламдық Интернет желісінің орны және көмегі орасан зор.

Интернет адамзатқа әлемнің ақпараттық бірлігін берді, әлемдік ақпараттық кеңістікте барлық елдің адамдарын біріктіру арқылы уақыт пен кеңістік шектеулерін жойды деп айтуға әбден болады. Осы тұрғыдан алғанда, Интернет қазіргі заманғы бірлестікті ғаламдандырудың құралы деуге болады.

Сондықтан да кез-келген сала бойынша маман дайындауда оның бойында ақпараттық сауаттылық, ақпараттық мәдениет және ақпараттық құзырлық сияқты қабілеттіліктерді қалыптастыру, қазіргі заманғы коммуникациялық және ақпараттық технологиялармен, ғаламдық Интернет жүйесімен жұмыс істеуге үйрету қазіргі таңда өзекті мәселелердің бірі болып отыр.

Орта және жоғары оқу орындарының оқу-тәрбие процесіне Интернетті жаппай енгізу соңғы жылдары Қазақстанда дамып жатыр. Барлық дерлік пәндерден ақпараттық ресурстардың мөлшері күн санап артып отыр. Білім жүйесінің, оқу және кең тараған әдебиеттер баспаларының ЖОО-да