



Рис. 3. Измерительно-записывающая аппаратура

получить стабильную прочность грунта в контейнере.

Скорость копания грунтов измерялась контактным способом при помощи датчика, установленного на конструкции приводного механизма ра-

бочего органа. Параметры процесса копания грунта под гидростатическим давлением регистрировались при помощи комплекта тензометрической аппаратуры (рис. 3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Тургумбаев Ж.Ж., Жумаев Ж. Методика экспериментальных исследований процесса подводного копания грунтов // Международная научно-техническая конференция «Инновации в образовании, науке и технике», Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова. Бишкек, 22 июня. 2006. С.116.
2. Ветров Ю.А. Резание грунтов землеройными машинами. М.: Машиностроение, 1971. 357 с.
3. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. М.: Мир, 1992. 381 с.
4. Жумаев Ж. Исследование грунтового фона эксплуатации землеройных машин и физико-механических характеристик грунтов Тюб-Караганского залива Каспийского моря // Вестник КазНТУ. 2005. №6. С.10-13
5. Зеленин А.Н., Карасев Г.Н., Красильников Л.В. Лабораторный практикум по резанию грунтов. М.: Высшая школа, 1969. 310 с.
6. Хартман К., Лецкий Э., Шеффер В. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. М.: Мир, 1977. 552 с.

УДК 624.131.37

КазАТК

Поступила 02.05.2006 г.

*Б.К. КАСЕНОВ, Е.С. МУСТАФИН, С.Т. ЕДИЛЬБАЕВА, Ш.Б. КАСЕНОВА,
М.А. АКУБАЕВА, Ж.И. САГИНТАЕВА, С.Ж. ДАВРЕНБЕКОВ, Ж.С. БЕКТУРГАНОВ*

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАНГАНИТОВ $\text{LaK}_3\text{Ca}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ и $\text{LaK}_3\text{Sr}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$

Поиск новых разнообразных материалов с перспективными физико-химическими свойствами является сегодня приоритетной задачей неорганического материаловедения.

Современная электронная и микронанотехнологическая промышленность требует от исследователей синтеза новых неорганических керамических материалов, обладающих уникальными электрофизическими свойствами: полупроводниковыми,

сегнетоэлектрическими, радиoluminesцентными, пьезо- и пирозлектрическими, сверхпроводниковыми, магнитными и т.д. Оксидные керамические материалы на основе р.з.э., в которых часть редкоземельных ионов заменена катионами щелочных и щелочноземельных элементов, кристаллизующиеся в перовскитовой структуре, привлекают особое внимание исследователей.

Целью настоящей работы является получение некоторых соединений, образующихся в системе $\text{La}_2\text{O}_3\text{--K}_2\text{O--Me}^{\text{II}}\text{O--Mn}_2\text{O}_3$ (где Me^{II} – Ca, Sr), и исследование их рентгенографических характеристик. Образование равновесных составов $\text{LaK}_3\text{Ca}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ и $\text{LaK}_3\text{Sr}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ было подтверждено методом рентгенофазового анализа.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исследуемые манганиты получены по обычной керамической технологии из оксида марганца (III), карбонатов калия и кальция (или стронция соответственно) марки “х. ч.” и оксида лантана (III) марки “ос. ч.”. Стехиометрические смеси реагентов отобраны в расчете на конечную формулу манганитов $\text{LaK}_3\text{Ca}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ и $\text{LaK}_3\text{Sr}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$. Исходные компоненты тщательно перемешивали и перетирали в агатовой ступке и помещали в алундовые тигли. Отжиг смесей проводили при температурах 400–1200 °С с периодическим перемешиванием, время термообработки при высоких температурах 20 ч. Для получения равновесных фаз проводили низкотемпературный отжиг при 400 °С в течение 20 ч. Фазовый состав образцов контролировали методом РФА с использованием дифрактометра ДРОН-2.0 (FeK α -излучение, Mn- фильтр).

Интенсивность дифракционных максимумов оценивали по шкале в 100 баллов относительно самой интенсивной. Индицирование рентгенограмм полученных фаз проводили методом гомологии [1]. Гомологом служил структурный тип перовскита. Корректность индицирования была подтверждена удовлетворительным совпадением экспериментальных и расчетных значений $10^4/d^2$, согласованностью рентгеновской и пикнометрической плотностей. Пикнометрическая плотность измерялась по известной методике в стеклянных пикнометрах объемом 1 мл [2]. В качестве индифферентной жидкости использовали толуол. В таблице приведены результаты индицирования дифрактограмм порошков исследуемых соединений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты индицирования позволяют констатировать, что синтезированные манганиты кристаллизуются в кубической сингонии. Параметры элементарных ячеек новых фаз составляют: $\text{LaK}_3\text{Ca}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ – $a=10,710 \text{ \AA}$, $V^\circ=1228,40 \text{ \AA}^3$, $Z=4$, $V^\circ_{\text{суб.яч}}=307,10 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент}}=4,26 \text{ г/см}^3$, $\rho_{\text{пикн}}=4,18\pm 0,05 \text{ г/см}^3$; $\text{LaK}_3\text{Sr}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ – $a=10,863 \text{ \AA}$, $V^\circ=1281,88 \text{ \AA}^3$, $Z=4$, $V^\circ_{\text{суб.яч}}=320,47 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент}}=4,82 \text{ г/см}^3$, $\rho_{\text{пикн}}=4,73\pm 0,08 \text{ г/см}^3$.

Индицирование рентгенограмм порошков $\text{LaK}_3\text{Ca}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ и $\text{LaK}_3\text{Sr}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$

I/I_0	$d_{\text{эксп}}, \text{ \AA}$	$10^4/d^2_{\text{эксп}}$	hkl	$10^4/d^2_{\text{выч}}$
$\text{LaK}_3\text{Ca}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$				
7	3,8955	694,2	220	697,5
100	2,6786	1394	400	1395
17	2,1862	2092	422	2093
24	1,8945	2786	440	2790
21	1,5465	4181	444	4185
12	1,3387	5580	800	5580
$\text{LaK}_3\text{Sr}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$				
10	3,8557	672,7	220	678,0
6	3,2665	937,2	311	932,3
100	2,7233	1348	400	1356
3	2,5527	1535	330	1526
20	2,2216	2026	422	2034
5	2,0908	2288	333, 511	2288
20	1,9199	2713	440	2712
3	1,8618	2885	530	2882
5	1,7191	3383	620	3390
2	1,6579	3638	622	3729
20	1,5688	4063	444	4068
11	1,3582	5421	800	5424
6	1,2145	6780	840	6780

О корректности проведенного индирования свидетельствует удовлетворительное совпадение вычисленных и полученных экспериментальных значений $10^4/d^2$ (максимальное отклонение не превышало возможную ошибку промера). Следует отметить еще два критерия достоверности: 1) отношение числа теоретически возможных линий на рентгенограмме к числу экспериментально обнаруженных для новых соединений не превышало 1; 2) хорошее соответствие пикнометрических и рентгенографических плотностей.

Анализ полученных данных показал, что в ряду щелочноземельных металлов наблюдается постепенное увеличение параметра a и значений объемов элементарных ячеек. Манганиты $\text{LaK}_3\text{Me}_3^{\text{II}}\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ (где Me^{II} – Ca, Sr) относятся к пространственной группе перовскита $\text{Pm}\bar{3}\text{m}$, и согласно [5] можно предположить, что ионы La^{3+} , K^+ и Me^{2+} находятся в центрах элементарных ячеек, имея КЧ по кислороду, равное 12, а в уз-

лах элементарных ячеек находится ион Mn^{3+} с КЧ по кислороду 6.

Итак, впервые синтезированы новые манганиты $\text{LaK}_3\text{Ca}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ и $\text{LaK}_3\text{Sr}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$. Проведено их исследование методом рентгенографического анализа и определены типы сингонии и параметры решеток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенографический анализ. М.: Изд-во МГУ, 1969. 232 с.
2. Кивилис С.С. Техника измерений плотности жидкостей и твердых тел. М.: Стандартгиз, 1959. 191 с.
3. Портной К.И., Тимофеева Н.И. Кислородные соединения редкоземельных элементов. М.: Металлургия, 1986. 480 с.
4. X-ray Powder Data File. Am. Soc. Testing Materials, 1972.

УДК 539.26+544.451+546.65+546.7111.717+546.3

Научно-производственный
центр «Фитохимия» МОН РК,
г. Караганда

Поступила 4.05.2006 г.

Н.И. МАРТЫНОВ

СОБСТВЕННЫЕ НЕЛИНЕЙНЫЕ КОЛЕБАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

Известно, что сейсмический маятник является “приемником”, “индикатором” и “спектральным анализатором” сейсмических волн. Было установлено, что маятник откликается на готовящееся землетрясение от нескольких суток до нескольких часов в виде существенных вариаций периода и амплитуды крутильных колебаний. Он используется для выделения предвестников готовящегося землетрясения. Наиболее глубокое качественное исследование этого явления и смежных с ним вопросов дано в работах И.И. Калинникова [1–3]. Вместе с тем следует отметить отсутствие теории колебаний сейсмического маятника. В настоящее время такая теория интенсивно разрабатывается [4].

В данной работе исследуются собственные нелинейные колебания сейсмического маятника. Собственные колебания являются важной, неотъемлемой составной частью общих колебаний, без исследования которых не может быть построена общая теория колебаний.

Собственные затухающие колебания сейсмического маятника

Реальные системы не консервативны. Процесс диссипации энергии в них существенно влияет на их движение. Уравнения движения затухающих колебаний сейсмического маятника приведены в [4]. В безразмерных переменных они имеют вид

$$\begin{aligned} \dot{\bar{q}}_1 &= \left(1 - \frac{\mu^2 \bar{q}_1^2}{4}\right) \bar{P}_1, \quad \dot{\bar{q}}_2 = \frac{\bar{P}_2}{a} - \frac{\mu}{2} \bar{P}_3, \\ \dot{\bar{q}}_3 &= \frac{\mu}{4} (\bar{P}_3 - 2\bar{P}_2) + \frac{\bar{P}_3}{\bar{q}_1}, \\ \dot{\bar{P}}_1 + 2\mu f_0 \bar{P}_1 + \bar{q}_1 - \frac{\bar{P}_3^2}{\bar{q}_1^3} &= \frac{\mu^2}{4} \bar{q}_1 \bar{P}_1^2, \end{aligned} \quad (1)$$