

Л.Г. ВОРОШНИН, В.В. МИРОНОВИЧ,  
И.А. РАТЬКОВСКИЙ, А.Г. НАЛИВАЙКО

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДИФФУЗИОННОГО НАСЫЩЕНИЯ СЕГНЕТОКЕРАМИКИ

Для поляризации образцов из сегнетокерамики и дальнейшей их эксплуатации необходимо создать на их поверхности токопроводящие электроды. В работе [1] рассмотрены процессы металлизации образцов из сегнетокерамики в порошковых насыщающих средах и свойства их покрытий. Для объяснения природы образования покрытий и строения переходной зоны необходимо изучить масс-спектр сегнетокерамики, подвергнутой диффузионному насыщению.

Масс-спектральное исследование сегнетокерамики после металлизации при температуре 873 К в насыщающей смеси на основе олова и алюминия проводили на реконструированном для изучения высокотемпературных процессов масс-спектрометре МИ-1201 [2]. Исследуемый образец после удаления металлического покрытия измельчали до порошковой фракции и помещали в платиновую эффузионную ячейку, армированную молибденом. Нагрев ячейки осуществляли методом электронной бомбардировки. Масс-спектр просматривался до 1000 а.е.м. при ускоряющем напряжении 5 кВ. Идентификация ионов проводилась по массам с учетом изотопного распределения.

В табл. 1 представлен масс-спектр пара исследуемой сегнетокерамики для температурного диапазона 850...1100 К. При  $T = 960$  К в масс-спектре пара начинает появляться ионный ток  $Pb^+$ . С повышением температуры до 1040 К интенсивность ионного тока  $Pb^+$  возрастает и одновременно появляется ионный ток, соответствующий ионам  $Al_2Cl_6^+$ .

Таким образом, при нагревании сегнетокерамики, начиная с  $T = 960$  К, в пар при равновесных условиях переходит элементарный свинец: [Сегнетокерамика]  $\rightarrow (Pb)$ . При повышении температуры до 1040 К наряду с отгонкой свинца имеет место процесс: [Сегнетокерамика]  $\rightarrow (Al_2Cl_6)$ .

При дальнейшем повышении температуры эффузионной ячейки до 1163 К в масс-спектре сегнетокерамики регистрируются ионные токи  $PbO^+$  и  $(PbO)_n^+$ .

Табл. 1. Масс-спектральное исследование парообразования сегнетокерамики после диффузионного насыщения (ионизирующее напряжение 70 эВ, ток эмиссии 0,5 мА)

$T, K$	$Pb^+$	$PbO^+$	$Pb_2Cl_6^+$	$Pb_2O_2^+$	$Pb_3O_3^+$	$Pb_4O_4^+$
960	30	—	—	—	—	—
990	55	—	—	—	—	—
1043	58	—	30	—	—	—
1110	40	—	60	—	—	—
1163	63	30	40	—	—	—
1263	80	170	6	80	20	40
1253	300	650	3	260	60	130

Табл. 2. Масс-спектр пара чистого PbO и сегнетокерамики при  $T = 1350$  К

Вещество	$Pb^+$	$PbO^+$	$Pb_2O^+$	$Pb_2O_2^+$	$Pb_3O_3^+$	$Pb_4O_4^+$
PbO	50	100	27	65	14	26
Сегнетокерамика	46	100	24	47	12	24

Интенсивность ионного тока  $Al_2Cl_6^+$  уменьшается. При  $T = 1263$  К ионный ток  $Al_2Cl_6^+$  значительно падает, а масс-спектр пара сегнетокерамики отвечает масс-спектру чистого PbO, что свидетельствует о практически полной отгонке элементарного свинца. Съемка масс-спектра пара чистого PbO была проведена в отдельном опыте с использованием платиновой эффузионной ячейки (табл. 2).

Таким образом, начиная с  $T = 1260$  К и выше, элементарный свинец и хлорид алюминия практически полностью отгоняются за определенный промежуток времени. Состав пара при этих температурах отвечает молекулярным формам  $(PbO)_n$ , т. е. имеет место следующий процесс: [Сегнетокерамика]  $\rightarrow (PbO)_n$ , где  $n = 1..4$ .

В результате проведенных исследований установлено, что при диффузионном насыщении, начиная с  $T = 960$  К, из сегнетокерамики выделяется атомарный свинец. Это подтверждено и рентгенографическим анализом. Наличие в паровой фазе чистого свинца свидетельствует о восстановлении PbO алюминием в процессе диффузионного насыщения образца из керамики. Полученные результаты доказывают также, что свинец располагается преимущественно в переходной зоне. Наличие в паре при этих температурах дихлорида алюминия можно объяснить процессами диффузии и скапливанием  $AlCl_3$  и порак и по границам зерен в процессе диффузионного насыщения. Оксид свинца, присутствующий в порах сегнетокерамики в свободном виде, начинает переходить в пар только при температуре выше 1160 К.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Металлизация сегнетокерамики системы ЦТС / В.В. Миронович, Л.Г. Ворошнин, Л.А. Васильев и др. // Физико-химические основы технологии сегнетокерамических и родственных материалов. — М.: Наука, 1983. — С. 135.
2. Ратьковский И.А., Наливайко А.Г., Суровцев В.В. // Приборы и техника эксперимента. — 1982. — № 5. — С. 232.

УДК 621.793

Л.С. ЛЯХОВИЧ, В.А. ВЕЙНИК, А.А. ШМАТОВ

### МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ ДИФфуЗИОННЫЕ ЖАРОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОБРАЗЦАХ ИЗ ЖАРОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ

Известно, что жаро- и термостойкость алитированных сталей может быть повышена путем их легирования. Несмотря на значительный практический и научный интерес, вопросы, связанные с нанесением многокомпонентных жаро-