

**ИК-СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ  
МАГНИЙАЛЮМОСИЛИКАТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ  
ОКСИДОМ МАРГАНЦА (II)**

Магниевый алюмосиликат кордиерит  $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$  – термостойкий керамический материал, обладающий электроизоляционными свойствами. Синтез кордиерита осуществляется в узком интервале температур при 1350–1450°C. Исследовано влияние модифицирующих оксидов переходных металлов на процессы фазообразования в магнийалюмосиликатной системе [1]. Исследуемые образцы  $(2-x)MgO \cdot xMnO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$  ( $x = 0-2$ ) получены в результате частичной или полной эквимолекулярной замены  $MgO$  в составе магнийалюмосиликатной системы, соответствующей стехиометрическому содержанию оксидов  $MgO$ ,  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$  в алюмосиликате магния  $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$  (серия I), на оксид  $MnO$  (серии M).

Сведения о строении основных структурных группировок и формировании пространственной структуры исследуемых материалов были получены с использованием метода ИК-спектроскопии. ИК-спектры поглощения образцов получены в интервале частот 400–1300  $cm^{-1}$  при комнатной температуре в таблетированных смесях с  $KBr$  на приборе ИК-Фурье-спектрометр Nexus (Therma, США).

ИК-спектры исследуемых материалов (рис. 1) характеризуются наличием большого числа полос поглощения в области частот от 400 до 1300  $cm^{-1}$ . Наиболее интенсивная полоса при 920–1198  $cm^{-1}$  обусловлена, главным образом, асимметричными и симметричными валентными колебаниями тетраэдрической связи  $Si-O-Si$ , являющейся общей для всех силикатов [2]. Общими для спектров всех исследуемых образцов являются дублет при 778 и 798  $cm^{-1}$ , характерный для кварцевой модификации кремнезема, и полоса поглощения при 460  $cm^{-1}$ , обусловленная деформационными колебаниями связи  $Si-O$ . При повышении температуры обжига указанный дублет исчезает, интенсивность полос (778, 798, 465, 520  $cm^{-1}$ ), характерных для  $\alpha$ -кварца, значительно уменьшается и появляется более широкая и интенсивная полоса при 495  $cm^{-1}$ . Это вызвано повышением степени симметрии кремнекислородных тетраэдров  $SiO_4$  из-за перехода  $\alpha$ -кварца в  $\beta$ -кристобалит [2].

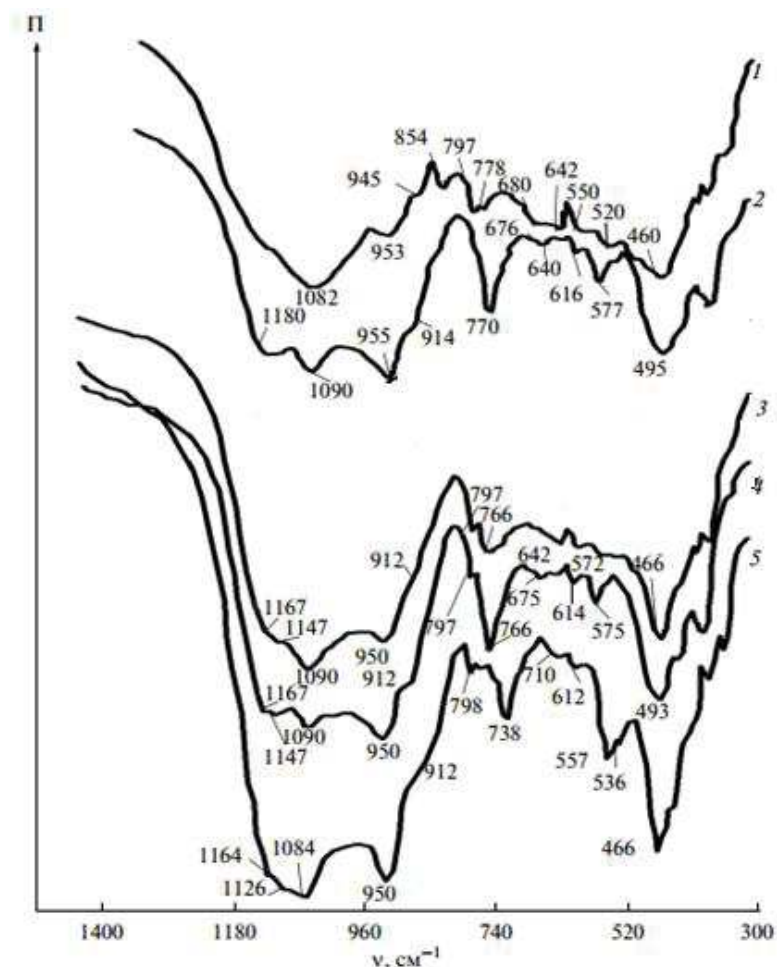


Рис 1. ИК-спектры образцов, синтезированных при различных температурах: 1 – состав I,  $t = 1100^{\circ}\text{C}$ ; 2 – состав I,  $t = 1350^{\circ}\text{C}$ ; 3 – состав М-1,  $t = 1100^{\circ}\text{C}$ ; 4 – состав М-1,  $t = 1200^{\circ}\text{C}$ ; 5 – состав М-4,  $t = 1200^{\circ}\text{C}$ .

Уже при температуре синтеза  $1100^{\circ}\text{C}$  для марганецсодержащих составов (рис.1, кривая 3) появляются ярко выраженные адсорбционные полосы, характерные для кольцевых структур из тетраэдров  $[\text{SiO}_4]$  в решетке силикатов. К ним относится интенсивный дублет, обусловленный валентными асимметричными колебаниями связи  $\text{Si-O-Si}$  тетраэдрической группы  $[\text{SiO}_4]$  в интервале частот  $912\text{--}1180\text{ см}^{-1}$ . Присутствие «кольцевой полосы» при  $766\text{--}770\text{ см}^{-1}$  и полосы при  $572\text{--}578\text{ см}^{-1}$  можно объяснить образованием шести тетраэдров  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$  или  $[\text{Si}_5\text{AlO}_{18}]$ , характерных для силикатов  $\text{Mg}_2\text{Al}_3[\text{Si}_5\text{AlO}_{18}]$ ,  $\text{Mn}_2\text{Al}_3[\text{Si}_5\text{AlO}_{18}]$  с кольцевым строением кремнийкислородного радикала и их твердых растворов. Указанные характеристические полосы для исследуемых композиций (кривая 3) выражены ярче и появляются при более низких температурах синтеза ( $1100^{\circ}\text{C}$  по сравнению с  $1350^{\circ}\text{C}$  (кривая 1) для образца состава I).

Известно, что в пределах групп, определяемых типом кольца, первая основная полоса занимает более длинноволновое положение в спектре соединений, содержащих более тяжелые катионы [2]. В рассматриваемом случае замещение катионов  $Mg^{2+}$  катионами  $Mn^{2+}$  влияет на степень деформации тетраэдров, их пространственное расположение и, соответственно, смещение полос, характерных для  $Mg_{2-y}Mn_yAl_3[Si_5AlO_{18}]$  в сторону меньших частот (1167, 1147, 950, 912, 766, 614, 575  $cm^{-1}$ ) по сравнению с полосами поглощения  $Mg_2Al_3[Si_5AlO_{18}]$  (1180, 1147, 955, 914, 770, 616 и 577  $cm^{-1}$ ).

В спектре образца состава М-4 (рис.1, кривая 5) наблюдается образование дублетных полос, сходных с характеристическими полосами для  $Mn_2Al_3[Si_5AlO_{18}]$ , однако в более низкочастотной области. Это может соответствовать формированию структуры с меньшим количеством тетраэдров  $[SiO_4]$ , входящих в состав кремнекислородных колец [2]. Поэтому появление в спектре материала М-4, синтезированного при температуре 1100°C (кривая 5), полос при 1164, 1126, 1084, 950, 738, 557  $cm^{-1}$  можно объяснить образованием в его структуре алюмосиликата марганца(II)  $Mn_3Al[Si_3AlO_{12}]$  четырехчленных колец из четырех тетраэдров  $[Si_4O_{12}]$  или  $[Si_3AlO_{12}]$ .

Результаты проведенных исследований согласуются с результатами исследования фазового состава материалов методом РФА [1] и свидетельствует об интенсификации образования  $Mg_{2-y}Mn_yAl_4Si_5O_{18}$ , рентгенографически подобной  $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$ , в присутствии добавки  $MnO$  [3].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Salychits, O.I. (2 - x) MgO·x(MnO, FeO)·2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5SiO<sub>2</sub> (x = 0–2) ceramic materials and heat effects of their formation / O.I. Salychits, S.E. Orekhova // Inorganic materials. – 2011. – Vol. 47, № 8. – P. 899–995.
2. Salychits O.I. / IR absorption spectra of (2-X)MgO·X(MnO, FeO)·2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5SiO<sub>2</sub> (X = 0 – 2) ceramic materials // Sviridov Readings – 2021: Book of Abstracts of 9th International Conference on Chemistry and Chemical Education. – 2021. – p.36.
3. Термостойкая электроизоляционная керамика: пат. 12848 Респ. Беларусь, МПК9 С 04 В 35/18 / С.Е. Орехова, Е.М. Дятлова, О.И. Салычиц; заявитель Бел. гос. технол. ун-т. – № а 20080770; заявл. 12.06.08; опубл. 28.02.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. Центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 1. – С. 88.