

УДК 666.01

Студ. А.В. Летченя

Науч. рук. доц. к.т.н. Е.Е. Трусова

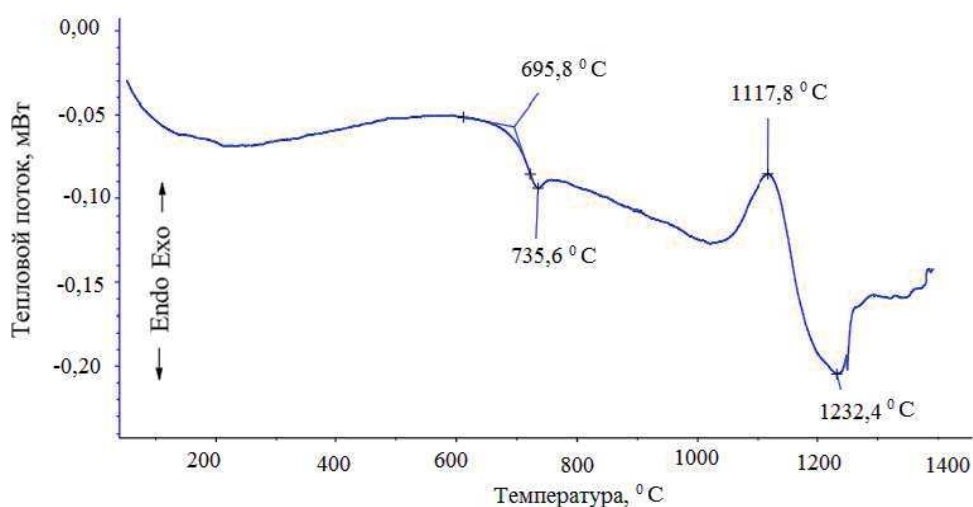
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

## **СОСТАВЫ, СВОЙСТВА И СТРУКТУРА ИЗНОСОСТОЙКИХ СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

В настоящее время износостойкие материалы нашли особое применение в футеровке трубопроводов для отвода пыли и золы; разгрузочных желобов; труб; бункерных спиралей; стоков; транспортеров непрерывного потока; камер сушки, а также футеровки барабанов ленточных конвейеров. Для таких целей наиболее часто использует керамические материалы, но альтернативным вариантом являются и износостойкие ситаллы. Целью данной работы является разработка составов, технологии получения и исследование свойств и структуры износостойких стеклокристаллических материалов, которые могут быть использованы при футеровке приводных барабанов ленточных конвейеров.

В ходе анализа данных литературы выявлено, что наиболее перспективной для разработки стекол с целью получения износостойких стеклокристаллических материалов на их основе является система  $MgO-CaO-SiO_2$ , характеризующаяся образованием ряда твердых растворов. Выбранная область составов стекол включает, мас. %:  $SiO_2$  50–65;  $MgO$  10–25;  $CaO$  5–20 принадлежит области кристаллизации пироксеновых твердых растворов. В качестве катализаторов кристаллизации приняты оксиды титана и циркония, совместное присутствие которых дает возможность получить ситаллы с различной степенью кристаллизации. Исходные стекла синтезированы при температуре 1450 °С в газопламенной печи с выдержкой при максимальной температуре 1 ч. Температура отжига стекол составила 550 °С. Следует отметить, что для исследуемых стекол характерна кристаллизация в интервале температур 860–1100 °С. Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) стекол изменяется от  $58,3 \cdot 10^{-7}$  до  $76,4 \cdot 10^{-7} K^{-1}$ ; плотность стекол составляет 2593–2667  $kg/m^3$ ; по химической устойчивости они относятся к III гидролитическому классу, микротвердость стекол изменяется от 5567 до 5870 МПа. Изучены зависимости свойств стекол от химического состава. Для разработки температурно-временного режима обработки стекол изучены процессы, протекающие при нагревании с использованием дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК). На рисунке 1 приведены кри-

вые ДСК, снятые в интервале температур 25–1400 °С для оптимального состава стекла.

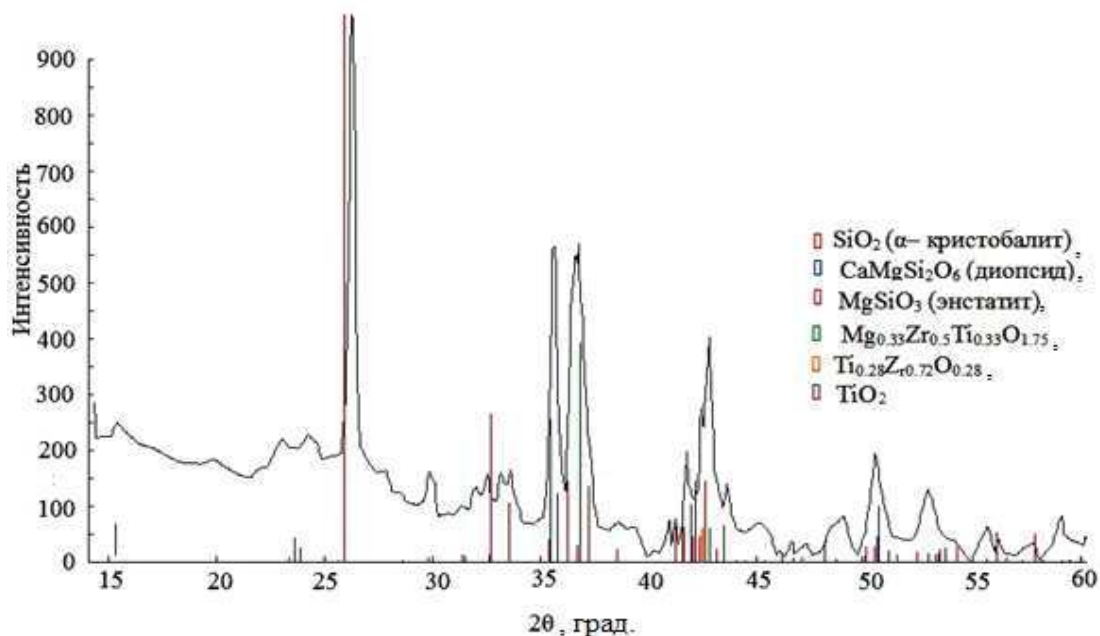


**Рисунок 1 – Кривая ДСК стеклооптимального состава**

На кривых ДСК отмечается эндозффект в области 735,6 °С, обусловленный температурой начала размягчения стекла. Экзоэфффект при 1117,8 °С обусловлен процессом кристаллизации стекла, что в соответствии с данными литературы сопровождается выделением тепла. При температуре 1232,4 °С наблюдается плавление кристаллической фазы. В соответствии с полученными данными принят следующий режим тепловой обработки стекол: 1) нагрев исходного стекла со скоростью 300 °С/ч до температуры 735 °С и выдержка 3 ч при заданной температуре; 2) нагрев до температуры 1120 °С и выдержка в течении 2 ч; 3) инерционное охлаждение в печи. Получены стеклокристаллические материалы с мелкокристаллической структурой белого/серого цвета, которые характеризуются следующими физико-химическими свойствами: температурный коэффициент линейного расширения находится в интервале  $(72,2–96,5) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ ; микротвердость изменяется от 8217 до 9895 МПа, механическая прочность на сжатие – 80–85 МПа, плотность – 2850–2900 кг/м<sup>3</sup>.

Дифрактограмматермообработанного стекла оптимального состава представлены на рисунке 2. Показано присутствие фаз:  $\alpha$ -кристобалита, диопсида ( $\text{MgO} \cdot \text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$ ), энстатита  $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ , рутила ( $\text{TiO}_2$ ). Оксиды титана и циркония дают кристаллические фазы сложного нестехиометрического состава. Данные кристаллические фазы оказывают непосредственное влияние на физико-технические характеристики ситаллов. В частности, фаза кристобалита будет по-

вышать ТКЛР, диопсид, энстатит и рутил повышает механические характеристики, а кристаллические фазы, образованные оксидом циркония повышает химическую стойкость стеклокристаллических материалов.



**Рисунок 2 – Дифрактограмма термообработанного стекла оптимального состава**

Свойства стекла оптимального состава и стеклокристаллического материала на его основе приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Физико-химические свойства стекла оптимального состава и стеклокристаллического материала на его основе**

Наименование свойства	Показатели свойств	
	стекло	стеклокристаллический материал
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	2667	2900
Микротвердость, МПа	5567	9389
ТКЛР, α·10 <sup>7</sup> К <sup>-1</sup> (20–300) °С	76,47	96,47
Кислотостойкость в 1 н НСl, %	0,49	0,23
Водостойкость, %	0,37	0,03
Теплоемкость, Дж/г·К	0,69476	0,68485
Прочность при изгибе, МПа	35,0	85,0

Таким образом, по комплексу полученных свойств разработанные материалы могут быть использованы как элементы футеровки барабанов ленточных конвейеров.