

Экспериментальная установка обеспечивала линейный разогрев образца в диапазоне температур 373—873 К. Результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 1 и на рис. 2. Точность определения коэффициента температуропроводности 5—7%.

Характер распределения пор по количеству и диаметру в исследованных образцах представлен на рис. 1, из которого следует, что наиболее однородны по структурному строению образцы серии 1 и 4, хотя по плотности они отличаются примерно в 4 раза. Образцы серии 2 и 3 отличаются некоторой неоднородностью в структурном строении при сохранении идентичности характера распределения пор.

Что касается температуропроводности, то наибольший интерес представляют образцы серии 1. Следует отметить, что коэффициент их температуропроводности примерно в 2 раза ниже, чем образцов серии 4, что обусловлено в основном показателем яркости, так как образцы указанных серий характеризуются примерно одинаковым средним диаметром пор и однородностью структурного строения.

С целью конкретизации области применения пеностекла серии 1 определена зависимость температуропроводности исследуемых составов от температуры в интервале 273—873 К (рис. 2). В результате проведенных исследований оказалось, что температуропроводность образцов серии 1 в указанном выше интервале практически постоянна. Это обстоятельство подтверждает целесообразность и эффективность использования пеностекла серии 1 при высоких температурах.

Л и т е р а т у р а

1. Методы определения теплопроводности и температуропроводности /А.Г.Шапко в, Г.М.Волохов, Т.Н.Абраменко, В.П.Козлов. — М., 1973. 2. Лыков А.В. Теория теплопроводности. — М., 1967.

УДК 660.01

Л.А.ЖУНИНА, В.Н.САМУЙЛОВА

СИНТЕЗ ХИМИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО СИТАЛЛА

Процесс получения стеклокристаллических материалов включает в себя ряд важнейших факторов, одним из которых является рациональный режим термообработки [1].

Объектом исследования нами был выбран состав стекла, обладающего комплексом удовлетворительных свойств, на основе которого был получен пироксеновый химически устойчивый и износоустойчивый ситалл 56/45.

Исследование влияния низкотемпературной термообработки на структуру стекла 56/45 проводилось комплексным методом, включающим градиент-

ную кристаллизацию, дифференциально-термический, рентгено-фазовый анализы и электронную микроскопию.

Для исследования влияния тепловой обработки на кристаллизацию образцы стекла 56/45 выдерживались в течение 2 ч при температурах 625, 650, 675, 700, 800°C. В области этих температур находится и эндотермический эффект на термограмме стекла 56/45.

Изучена градиентная кристаллизация стекла 56/45, прошедшего термообработку при указанных температурах. Установлено, что температура нижнего предела сплошной кристаллизации стекол повысилась с 855 до 930°C после термической обработки исходного стекла в интервале от 625 до 675°C.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в интервале температуры термообработки 625–675°C происходит перестройка структуры стекла, сопровождающаяся интенсивным изменением температурных границ кристаллизации.

Для исследования структурных изменений, вызывающих изменение кристаллизационных свойств стекла 56/45, образцы подвергались электронно-микроскопическому исследованию (рис. 1).

Как видно из рис. 1, в исходном стекле имеются отдельные структурные микронеоднородности. При повышении температуры термообработки до 675°C их размеры постепенно уменьшаются. Одновременно появляются новые микронеоднородности, образованные из матрицы стекла.

По мере повышения температуры обработки стекла до 675°C происходит постепенная перегруппировка микроструктурных элементов, приводящая к своеобразной дегетерогенизации его макроструктуры. При этом структура стекла как бы усредняется и становится более однородной.

В области температуры 675°C размер микронеоднородностей настолько уменьшается, а количество, соответственно, увеличивается, что они покрывают всю массу стекла. Отсутствие дифракционных максимумов на рентгенограммах тех же образцов (рис. 2) свидетельствует о стекловидной природе этих неоднородностей. Последующая кристаллизация такого стекла может привести к образованию мелкокристаллической структуры.

При повышении температуры обработки от 675 до 700 и 800°C наблюдается появление первых кристаллообразований (см. рис. 1), о чем свидетельствует наличие определенных дифракционных максимумов на рентгенограммах. При 800°C стекло кристаллизуется с образованием диоксида $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$, шпинели MgAl_2O_4 , ганита ZnAl_2O_4 , рутила TiO_2 , ZrO_2 .

Таким образом, исследование влияния температуры обработки на структуру стекла 56/45 показало, что наиболее благоприятные с термодинамической точки зрения условия, необходимые для возникновения в стекле многочисленных поверхностей раздела фаз и возможного зарождения центров кристаллизации, создаются при температуре 675°C. Для такой температуры характерен максимум эндотермического эффекта на термограмме исходно-

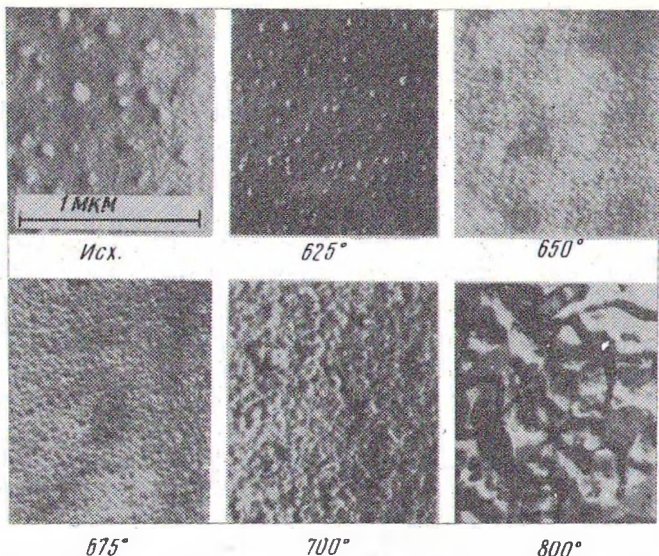


Рис. 1. Рентгенограммы продуктов 2-часовой термообработки стекла 56/45 при различных температурах.

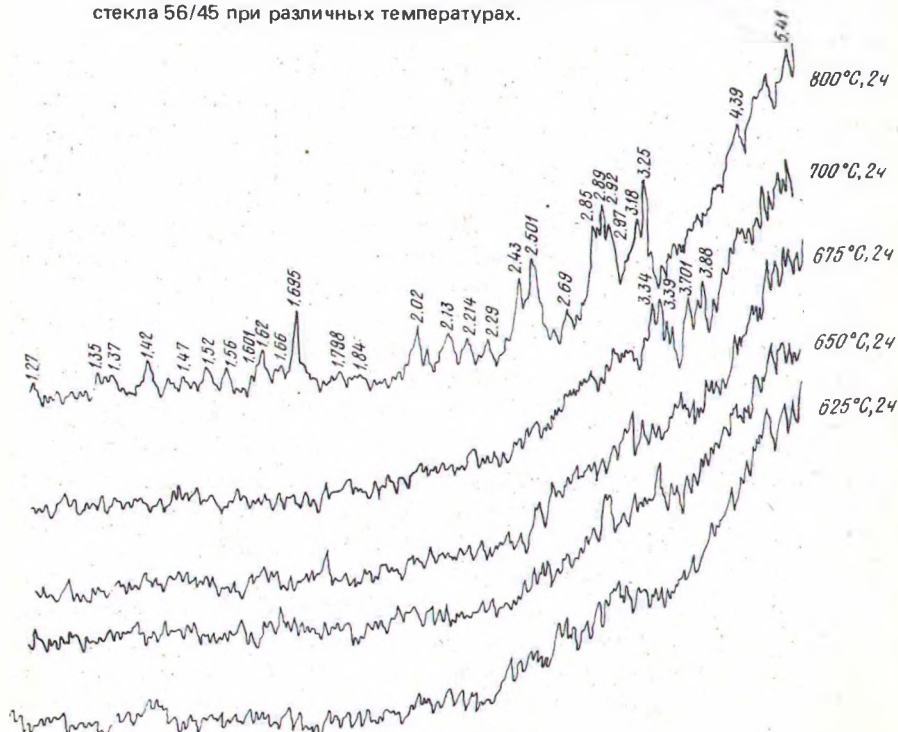


Рис. 2. Электронно-микрофотографии стекла 56/45 и продуктов его 2-часовой термообработки при разных температурах.

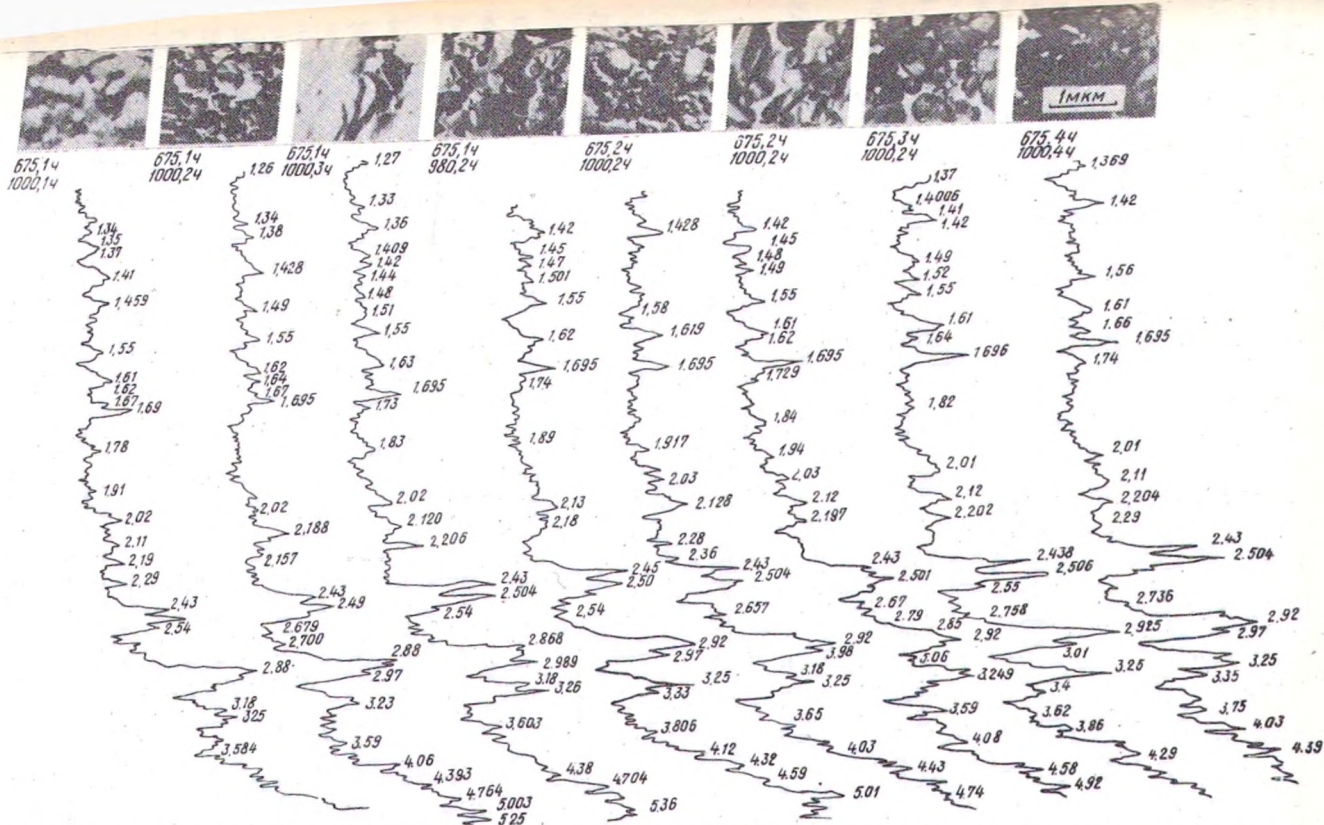


Рис. 3. Структура и фазовый состав продуктов кристаллизации стекла 56/45 в зависимости от температуры и времени выдержки на I и II ступени термообработки.

Свойства	Показатели
Коэффициент теплового расширения, $\alpha \cdot 10^7$ град ⁻¹	72,00
Механическая прочность на изгиб, МПа	185
Истираемость, кг/м ²	0,02
Химическая устойчивость (потери веса в %) по отношению к	
H ₂ O	0,03
1 н HCl	0,03
1 н NaOH	0,55

го стекла. Поэтому при ситаллизации стекла 56/45 эту температуру следует выбирать для первичной ступени термообработки.

Следовательно, закономерности выбора температуры первичной обработки в зоне максимума эндотермического эффекта на кривой ДТА, установленные для стекол других систем [2–5], могут распространяться на стекла и данной системы (Na₂O – CaO – MgO – Al₂O₃ – SiO₂) с добавками оксидов цинка, циркония, олова и титана.

Исследовались влияния двухступенчатых обработок на структуру стекла 56/45. После предварительной двухчасовой обработки стекла при 675^oC образцы подвергались вторичной двухчасовой обработке в области температур 980–1020^oC. Результаты изучения структуры образцов, полученных по разным режимам двухступенчатой обработки, показаны на рис. 3.

Изучение структурных превращений в стекле 56/45 при его ситаллизации по двухступенчатому режиму показало, что основными кристаллическими фазами, выделяющимися в стекле, являются диопсид CaMg(SiO₃)₂, шпинель MgAl₂O₄, рутил TiO₂, анортит CaAl₂Si₂O₈, ганит ZnAl₂O₄, ZrO₂.

Увеличение длительности первичной ступени термообработки от 2 до 4 ч приводит к выделению клиноэнстатита MgSiO₃. По мере повышения длительности вторичной ступени термообработки до 2 ч происходят укрупнение кристаллообразований и относительное увеличение количества кристаллической фазы, что подтверждается увеличением размеров дифракционных максимумов.

Максимальное образование диопсидоподобной фазы наблюдается при двухчасовой кристаллизации стекла в области температуры 1000^oC.

Проведено исследование физико-химических свойств стекла 56/45, закристаллизованного по указанному режиму. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что ситалл 56/45 обладает высокой химической устойчивостью по отношению к 1 н HCl и 1 н NaOH.

Как показывают опытные данные (табл. 1), ситалл 56/45 обладает достаточно высокими показателями механической прочности на изгиб (185 МПа) и истираемости (0,02 кг/м²), имеет высокую химическую устойчивость.

Состав 56/45 прошел успешную промышленную апробацию на заводе "Автостекло" (г. Константиновка).

На комбинате "Белорускалий" проводятся испытания ситалловых плиток состава 56/45. Была произведена опытная защита ситалловой плиткой состава 56/45 желоба надрешеточного продукта дугового сита.

Л и т е р а т у р а

1. Павлушкин Н.М. Основы технологии ситаллов. — М., 1979.
2. Жунина Л.А., Кузьменков М.И., Яглов В.Н. Пироксеновые ситаллы. — Минск, 1974.
3. Павлушкин Н.М., Шарифиев М.Т., Сулейменов С.Т. Влияние двуокиси титана на фазовый состав стеклокристаллических материалов. — Изв. АН СССР. Сер. "Неорганич. мат-лы", 1968, № 4, с. 635.
4. Ермоленко Н.Н., Трунец И.А. Влияние термобработки на свойства и структуру стекол системы $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$. — В сб.: Стекло, ситаллы и силикатные материалы. Минск, 1975, вып. 4, с.144.
5. Манченко З.Ф. Исследование процесса кристаллизации стекол системы $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$. — В сб.: Стекло, ситаллы и силикатные материалы. Минск, 1974, вып. 3, с. 144.

УДК 666.112.3/0.88.8/

Т.И. РОТМАН, Л.Г. ДАЩИНСКИЙ,
Л.А. ЖУНИНА

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИМЕСЕЙ НА КРИСТАЛЛИЗАЦИОННУЮ СПОСОБНОСТЬ СТЕКОЛ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ ШЛАКОВ КОМБИНАТА "ЮЖУРАЛНИКЕЛЬ"

Известно [1,2], что малые добавки, являющиеся примесными компонентами в шлаках, существенно влияют на кристаллизационную способность шлаковых стекол, что обуславливает возможность получения на их основе шлако-ситаллов.

Широкий изоморфизм, характерный для пироксенов [2], открывает большие перспективы для синтеза материалов на основе шлаков цветной металлургии, отличающихся сложностью состава [3]. Практически все компоненты, имеющиеся в составе шлака, могут входить в решетку пироксенов при сохранении почти мономинерального состава кристаллической фазы [3].

Шлак комбината "Южуралникель" отличается присутствием в составе ряда примесных компонентов: Cr_2O_3 , MnO_2 , TiO_2 , K_2O и др. Содержание каждого из них не превышает 1 мас.%. Известно [1-3], что тугоплавкие примеси при получении шлако-ситаллов являются катализаторами кристаллизации, так как снижают работу образования критического зародыша. При этом создаются поверхности раздела фаз, в результате чего примеси уменьшают затраты свободной энергии на образование критического зародыша в свободном пространстве [4,5]. На примесях может образовываться минеральная фаза с деформированной кристаллической решеткой, приспособленной к структуре