

## ПОЛУЧЕНИЯ СТЕКОЛ И СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТОВ

*К.т.н., доцент Д.Б.Ахунув Наманганский государственный технический университет*

## PRODUCTION OF GLASS AND GLASS-CRYSTAL MATERIALS BASED ON BASALT

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor D.B. Akhunov,  
Namangan State Technical University

**Аннотация:** На основе базальтов Кутчинского месторождения (Узбекистан) синтезированы стекла и ситаллы. Изучены рентгонометрические, кристаллические и механические свойства полученных материалов.

**Ключевые слова:** Базальт, горная порода, шихта, состав, стекло, ситалл, термообработка, кристаллизация, анализ, анортит, пироксен.

**Annotation:** Glasses and glass-ceramics were synthesized using basalts from the Kutchinskoye deposit (Uzbekistan). The X-ray, crystalline, and mechanical properties of the resulting materials were studied.

**Key words:** Basalt, rock, batch, composition, glass, sitall, heat treatment, crystallization, analysis, anorthite, pyroxene.

В последние годы проведены исследования по переходу от каменного литья к ситаллам. На основе различных горных пород – изверженных (базальт, диабаз, гранит, нефелиновый сиенит и др.), осадочных (пески, глины мергели, каолины и др.), метаморфических (гнейсы, сланцы, мраморы, серпентиниты и др.) получены различные ситаллы [1].

Составы стекол перерабатываемые в ситаллы разнообразны и многочисленны. Особенно технические ситаллы и ситаллы строительного назначения, которые могут быть разбиты на подгруппу либо по составу, либо по ведущему свойству. Технические ситаллы по составу могут быть, как литийсодержащие (сподуменовые, эвкриптитовые, петалитовые), магнийсодержащие (кордиеритовые, шпинельные), высококремнезистые (тридимитовые, кристобалитовые), свинецсодержащие, фотоситаллы и другие.

По ведущему свойству технические ситаллы различают термостойкие, прозрачные и другие.

В настоящее время в Узбекистане имеются крупные поверхностные залежи базальтов [2]. Гавасайские, Караташские, Бешкызылсайские Вахшиварские и др.

Рациональное использование вышеперечисленных запасов нерудного сырья является основной проблемой, стоящей перед работниками силикатной промышленности. Работа относится к одним из них, а именно базальтам Кутчинского месторождения. Эти работы с одной стороны раскрывают суть и содержание выполненной работы, с другой стороны открывает путь к созданию многофункциональных материалов с многочисленными объектами их использования. Они играют роль систематически выполненного исследования и справочного материала, пользование которым значительно облегчит работу других исследователей.

В данной работе состав ситаллов подбирались с целью получения мономинеральных кристаллических материалов анортитового состава. В качестве источника требуемых оксидов были выбраны базальтовые породы, ангренские каолины различных сортов и алюминийсодержащий отход химической промышленности. Для снижения вязкости стекломассы, содержащей относительно большое количество оксида алюминия, в состав шихты дополнительно введена сода.

Процесс кристаллизации обычно весьма разнообразен как по своей форме, так и по характеру протекания, что, как правило, зависит от многих факторов, в том числе от состава и структуры огненно-жидкой массы.

С целью определения кристаллизационной способности опытных стекол они были испытаны по методу массовой кристаллизации (табл. 1). Кристаллизацию стекол проводили в электрической печи с силитовыми нагревателями. Для этого обломки стекол нагревали до 600 – 700 – 800 – 900 -1000 -1100°C и выдерживали 1 час при каждой температуре. Для

установления фазового состава закристаллизованные стекла исследовали рентгенографическим методом. Рентгенофазовый анализ образцов термообработанных стекол проводили на дифрактометре ДРОН - 4 при  $\text{CuK}\alpha$  излучении с применением железного фильтра, скорость съемки составляла 2 град/мин.

**Таблица 1**

**Кристаллизационная способность состава 7Б**

№ состава	Температура, °С						
	400	500	600	700	800	900	1000
7Б							

Для расшифровки приведенных рентгенограмм пользовались справочными рентгеновскими данными для оксидов  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$ ; для двойных фаз типа:  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ,  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ , волластонита -  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ , рангинита –  $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$ , шеннонита –  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ , тройных соединений анортита –  $(\text{Na}, \text{Ca}) \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ , диопсида –  $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ , авгита –  $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})[\text{Si}_2\text{O}_6 \cdot \text{CaFe}[\text{AlSiO}_6]]$  и других.

В образцах стекол состава 7Б, закристаллизованных при  $900^\circ\text{C}$ , установлено наличие авгита (основная фаза), форстерита и начало кристаллизации анортита (рис. 1). Образцы, термообработанные при  $1000^\circ\text{C}$ , показали наличие анортита. Повышение температуры термического воздействия привело к появлению наряду с анортитом фазы оливина.

Анализируя полученные результаты при расшифровке дифрактограмм можно сделать такие выводы, что почти все исследованные составы закристаллизованных стекол при низких температурах термообработки показали многофазность состава. Основной фазой, образующейся при  $800$  и  $900^\circ\text{C}$ , является пироксеновая фаза в виде авгита или диопсида. Образование анортитовой фазы как основной происходит при температуре  $1000^\circ\text{C}$  и выше. Основной сопутствующей фазой при высоких температурах является оливин.

Исходя из полученных результатов, оптимальным составом с точки зрения мономинеральности является состав 7Б, при кристаллизации которого при 1000°C образуется только анортитоподобная фаза (рис. 1 и 2).

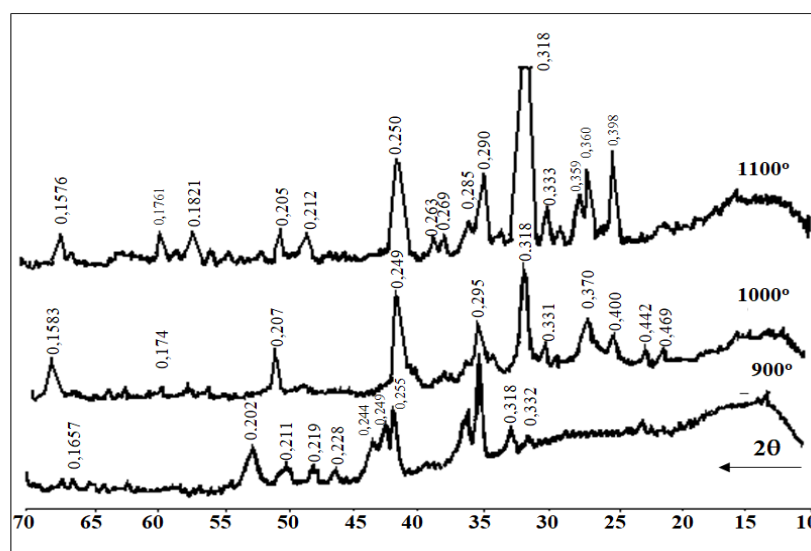


Рис.1. Стекла состава 7Б, кристаллизованные при температурах 1-900; 2-1000; 3-1100°C.



Рис.2. Электронномикроскопические снимки стекла состава 7Б, термообработанного при 1000°C, выдержка 1 ч. ×6000

Образцы ситаллов, полученные двумя способами – по стекольной и керамической технологии, по выбранному режиму были подвергнуты испытаниям. Результаты испытаний полученных стеклокристаллических материалов обоими способами имели высокие физико-механические свойства,

значительно превосходящие по сравнению со стекольными образцами [2]. Так, плотность их колебалась в пределах 3,09-3,25 кг/см<sup>3</sup>; ТКЛР-54-63 10<sup>-7</sup> град; предел прочности при изгибе – 112-121 МПа, а при сжатии 830-920 МПа.

По исследованиям свойства полученных стекол и ситаллов: предел прочности при изгибе стекол равен 53-56 МПа, в то же время для ситаллов показатели увеличиваются более чем в два раза – 112 – 121 МПа. Аналогичные результаты получены при испытаниях на сжатие данных материалов. Стекла имеют показатели 448 – 464 МПа, а ситаллы – 890 – 920 МПа.

### **Основные свойства состава 7Б полученных стеклокристаллических материалов на основе базальтов**

№	Свойства					
	Температура варки, °С	Плотность, г/см <sup>3</sup>	ТКЛР, α·10 <sup>-7</sup> , град	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при сжатии, МПа	Химическая устойчивость H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
7Б – состав	1400	3,09	54	121	720	99,89

Базальтовые стекла устойчивы к концентрированным HCl и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, но они плохо работают в щелочной среде (95,90 – 95,78 %), ситаллы же очень стойки по отношению к ним (99,67 – 99,76 %). Разработанный нами ситалл на основе базальтов Кутчинского месторождения, обладает высокой химической стойкостью и износоустойчивостью. Поэтому он рекомендован для футеровки перекачивающих щелочей и кислот химических аппаратов, деталей центробежных насосов.

Из приведенных свойств видно, что высокие значения механических свойств ситаллов обусловлены их тонкодисперсной кристаллической структуры. Присутствие в составах щелочей понижает температуру кристаллизации и значения химико-механических свойств ситаллов.

### **ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Д.Б.Ахунов, О.Т.Парпиев. Стеклокристаллические материалы на основе базальтовых пород. //Научно-технический Журнал НамИТИ. Наманган: 2020 г. № 3. Стр. 214-222.

2. Ахунов Д. Б., Жураев Х. А. Стеклокристаллические материалы на основе базальтов Кутчинского месторождения //Современные научные исследования и разработки. – 2017. – №. 3. – С. 14-17.
3. Арифов П.А., Таджиев К.Ф., Негматов Н.С., Икрамходжаева А.П., Булатова М.М., Джураев С.М.. Базальтовые породы Узбекистана и изучения их расплавов. //Композиционные материалы. –Ташкент: 2001. № 4.–С.54-57.