

Н. Н. Ермоленко, Н. А. Горбатенко

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТАРНЫХ СТЕКОЛ С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЩЕЛОЧЕЙ

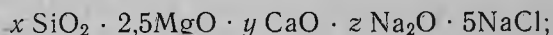
Синтезу новых стекол для производства стеклянной тары посвятили свои работы многие исследователи. Поиски новых составов велись в разных системах. Практические составы тарных стекол можно отнести к системе  $\text{SiO}_2$ — $\text{CaO}$ — $\text{Na}_2\text{O}$ . В состав некоторых стекол входят в небольших количествах окись алюминия, окись магния и ряд других окислов [1—5]. Промышленные тарные стекла имеют в своем составе в большинстве случаев свыше 15% щелочных окислов. Стекла, для получения которых используется нефелиновый концентрат, содержат наряду с окисью натрия и окисью калия.

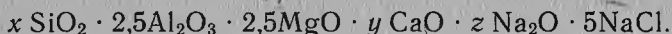
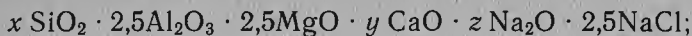
Настоящая работа преследовала цель синтеза тарных стекол с пониженным содержанием щелочных окислов и повышенным содержанием окиси алюминия. В основу исследования была положена система  $\text{SiO}_2$ — $\text{CaO}$ — $\text{Na}_2\text{O}$ , которая была расширена путем введения в нее окиси магния, окиси алюминия и окиси натрия, с целью изучения возможности использования для получения стекол хвостов Солигорского калийного комбината, которые состоят преимущественно из  $\text{NaCl}$ , и нефелинового концентрата. Количество окиси алюминия в стекле предполагалось довести до 5 вес. %.

Таким образом, опытные составы стекол находились в двух системах,



Выбор стекол для исследования был сделан в следующих сечениях этих систем (рис. 1, 2):





Рассматривалась область системы, ограниченная составами  $\text{SiO}_2$  66,25—75,  $\text{CaO}$  5—8,75 и  $\text{Na}_2\text{O}$  10—15%.

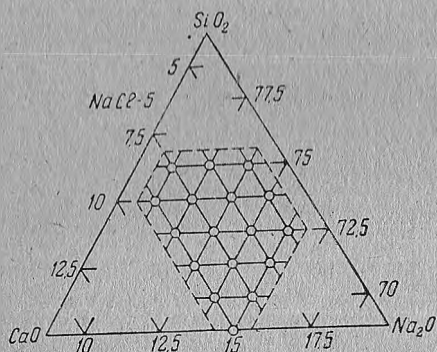
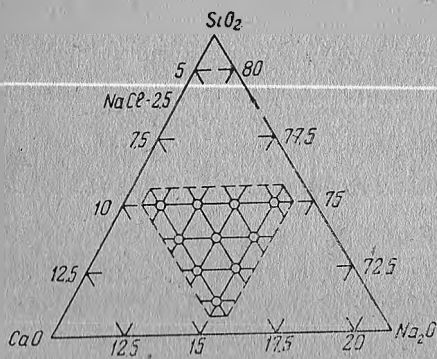


Рис. 1. Область опытных стекол сечения системы  $\text{SiO}_2$ — $\text{MgO}$ — $\text{CaO}$ — $\text{Na}_2\text{O}$ — $\text{NaCl}$  с содержанием  $\text{MgO}$  2,5 мол. %.

Способности и температуры нулевого мениска стекол наблюдается в сторону увеличения содержания  $\text{Na}_2\text{O}$  до 15% и уменьшения  $\text{SiO}_2$  до 70% при смещении фигуративных точек составов из поля кристаллизации тридимита в поля  $\beta$ -волластонита и девитрита [6].

Введение в систему  $\text{SiO}_2$ — $\text{MgO}$ — $\text{CaO}$ — $\text{Na}_2\text{O}$ — $\text{NaCl}$  2,5 мол. %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  благоприятно сказалось на снижении кристаллизационной способности опытных стекол (рис. 4). В сечениях с 2,5 мол. %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  имеется большая серия стекол, устойчивых против кристаллизации. Общая зависимость кри-

варка стекол велась в фарфоровых тиглях емкостью 30 и 300 мл в печи, отапливаемой природным газом, при максимальной температуре 1450—1500° в течение 1 ч. Все опытные стекла сварились и осветлились.

Кристаллизационная способность стекол определялась методом принудительной кристаллизации в градиентной трубчатой печи в интервале температуры 600—1200° в течение 2 ч. При этом фиксировалась температура нулевого мениска стекла, характеризующая их вязкость.

Результаты изучения кристаллизационной способности (рис. 3) показали, что опытные стекла системы  $\text{SiO}_2$ — $\text{MgO}$ — $\text{CaO}$ — $\text{Na}_2\text{O}$ — $\text{NaCl}$  (см. рис. 1), как правило, кристаллизуются. Снижение кристаллизационной способности

сталлизационной способности стекол от содержания других окислов такая же, как и в системе  $\text{SiO}_2\text{—MgO—CaO—Na}_2\text{O—NaCl}$ . Повышение содержания  $\text{NaCl}$  в стеклах приводит к снижению их кристаллизационной способности и температуры нулевого мениска.

Температура размягчения определялась по началу погружения острия стержня в стекло при нагревании в электропечи. Температура начала размягчения опытных стекол показана в табл. 1.

Результаты изучения температуры начала размягчения показывают, что повышение содержания  $\text{NaCl}$  и  $\text{Na}_2\text{O}$  в изученных сечениях приводит к снижению их температуры размягчения. Введение 2,5 мол. %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в стекло системы  $\text{SiO}_2\text{—MgO—CaO—Na}_2\text{O—NaCl}$  не оказывает существенного влияния на температуру размягчения.

Изучение химической устойчивости показывает, что все опытные стекла обладают достаточно высокой устойчивостью против действия воды, щелочи и кислоты и что она мало отличается от химической стойкости полубелого стекла завода «Октябрь».

Анализ результатов изучения температуры

«нулевого мениска» показывает, что температура выработочной вязкости стекол снижается при повышении содержания  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{CaO}$ . Окись алюминия в изученных пределах не оказывает существенного влияния на изменение вязкости стекол.

В результате проведенного исследования варочных и других свойств стекол систем  $\text{SiO}_2\text{—MgO—CaO—Na}_2\text{O—}$

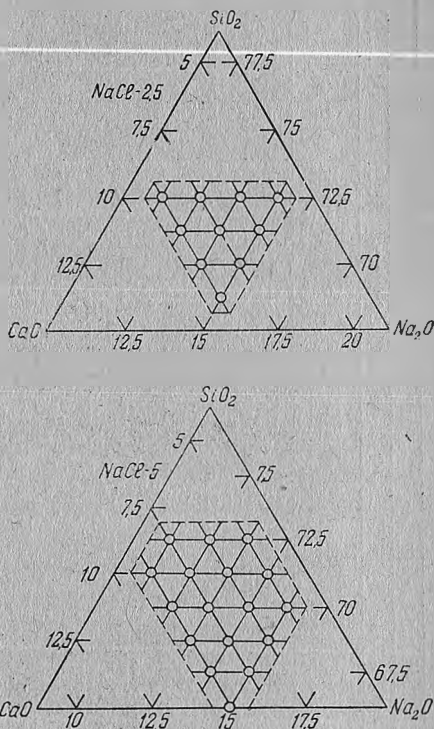


Рис. 2. Область опытных стекол сечения системы  $\text{SiO}_2\text{—Al}_2\text{O}_3\text{—MgO—CaO—Na}_2\text{O—NaCl}$  с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  2,5 и  $\text{MgO}$  2,5 мол. %.

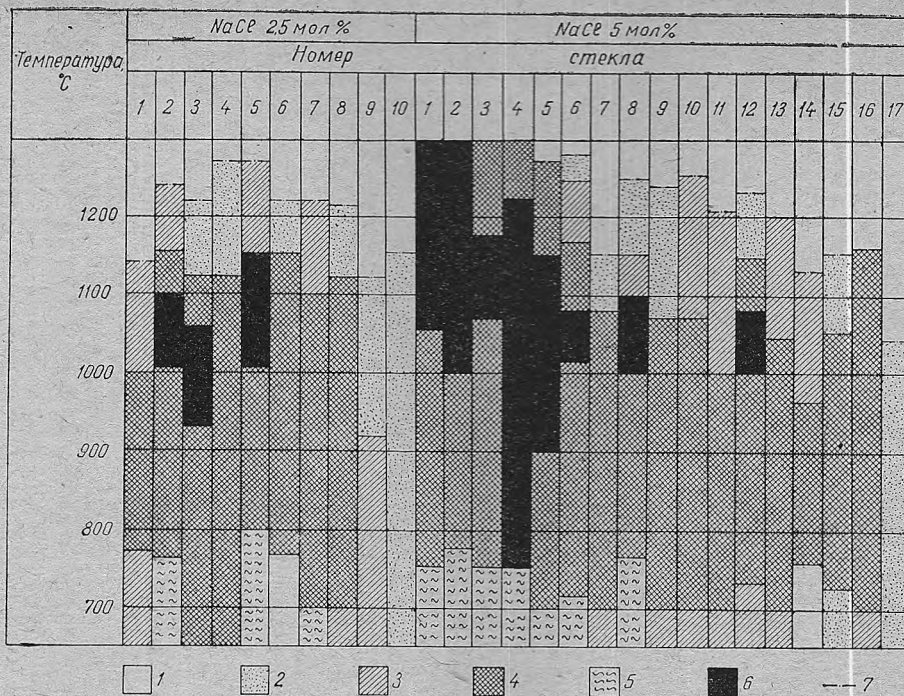


Рис. 3. Результаты изучения кристаллизационной способности стекол системы  $\text{SiO}_2 - \text{MgO} - \text{CaO} - \text{Na}_2\text{O} - \text{NaCl}$  с содержанием  $\text{MgO}$  2,5 мол. %:  
 1 — кристаллизации нет; 2 — отдельные кристаллы на поверхности; 3 — кристаллическая пленка;  
 4 — кристаллическая корка; 5 — опалесценция; 6 — сплошная объемная кристаллизация;  
 7 — температура нулевого мениска.

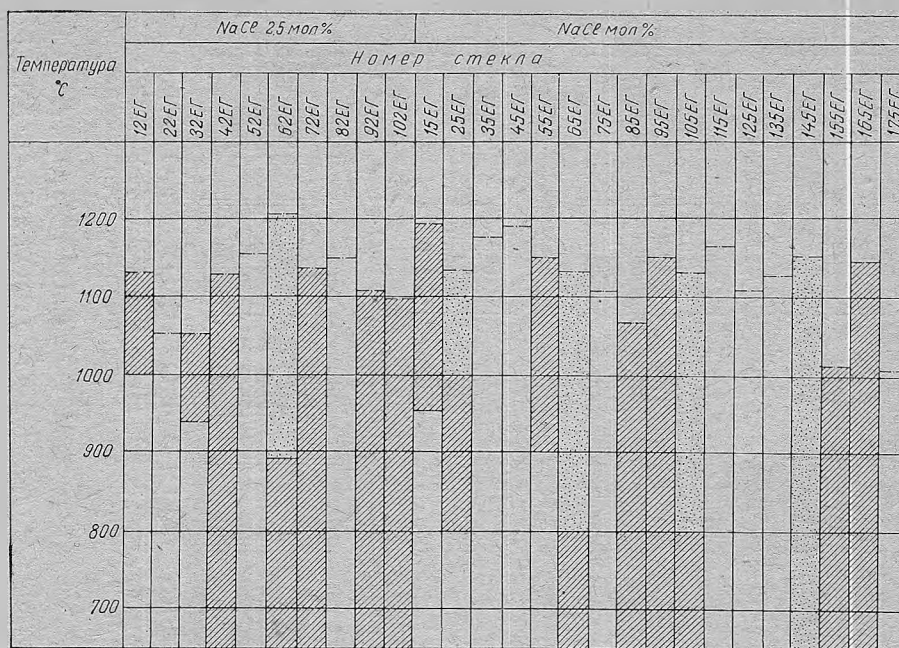
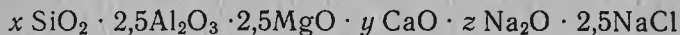


Рис. 4. Результаты изучения кристаллизационной способности стекол системы  $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO} - \text{CaO} - \text{Na}_2\text{O} - \text{NaCl}$  с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  2,5 и  $\text{MgO}$  2,5 мол. %. Обозначения те же, что и на рис. 3.

Табл. 1. Температура начала размягчения опытных стекол

| Номер стекла  | $t^\circ$ | Номер стекла | $t^\circ$ | Номер стекла | $t^\circ$ |
|---|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| Сечение $x \text{SiO}_2 \cdot 2,5\text{MgO} \cdot y \text{CaO} \cdot z \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{NaCl}$                                |           |              |           |              |           |
| 1/2   | 600       | 5/2          | 610       | 9/2          | 590       |
| 2/2   | 600       | 6/2          | 605       | 10/2         | 590       |
| 3/2   | 605       | 7/2          | 590       |              |           |
| 4/2   | 600       | 8/2          | 595       |              |           |
| Сечение $x \text{SiO}_2 \cdot 2,5\text{MgO} \cdot y \text{CaO} \cdot z \text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{NaCl}$                                  |           |              |           |              |           |
| 1/5   | 610       | 7/5          | 600       | 13/5         | 590       |
| 2/5   | 610       | 8/5          | 610       | 14/5         | 595       |
| 3/5   | 600       | 9/5          | 600       | 15/5         | 600       |
|   |           | 10/5         | 580       | 16/5         | 580       |
| 5/5   | 600       | 11/5         | 600       | 17/5         | 580       |
| 6/5   | 615       | 12/5         | 625       |              |           |
| Сечение $x \text{SiO}_2 \cdot 2,5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,5\text{MgO} \cdot y \text{CaO} \cdot z \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{NaCl}$ |           |              |           |              |           |
| 12ЕГ  | 605       | 52ЕГ         | 605       | 92ЕГ         | 600       |
| 22ЕГ  | 605       | 62ЕГ         | 610       | 102ЕГ        | 605       |
| 32ЕГ  | 605       | 72ЕГ         | 595       |              |           |
| 42ЕГ  | 600       | 82ЕГ         | 600       |              |           |
| Сечение $x \text{SiO}_2 \cdot 2,5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,5\text{MgO} \cdot y \text{CaO} \cdot z \text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{NaCl}$   |           |              |           |              |           |
| 15ЕГ  | 610       | 75ЕГ         | 605       | 135ЕГ        | 595       |
| 25ЕГ  | 610       | 85ЕГ         | 610       |              |           |
| 35ЕГ  | 605       | 95ЕГ         | 600       | 155ЕГ        | 625       |
| 45ЕГ  | 605       | 105ЕГ        | 595       | 165ЕГ        | 590       |
| 55ЕГ  | 605       | 115ЕГ        | 600       | 175ЕГ        | 580       |
| 65ЕГ  | 610       | 125ЕГ        | 600       |              |           |

—  $\text{NaCl}$  и  $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO} - \text{CaO} - \text{Na}_2\text{O} - \text{NaCl}$ , в которые  $\text{NaCl}$  вводился с сильвинитовыми хвостами Солигорского калийного комбината, установлено, что в сечениях



имеются области составов, которые могут представлять интерес для производства полубелого тарного и некоторых других видов стекла.

Состав 22ЕГ, содержащий (вес. %):  $\text{Na}_2\text{O}$  12,85,  $\text{NaCl}$  2,5 и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  5 был выбран для полупромышленных испытаний, которые проводились на стекловом заводе «Неман». Для состав-

ления шихт применялись сальвинитовые хвосты Солигорского калийного комбината, нефелиновый концентрат и другие промышленные материалы.

Варка опытного стекла велась в промышленной горшковой печи при температурном режиме, принятом заводом для варки сортовых стекол (максимальная температура варки 1460°). Выработка изделий осуществлялась на полуавтомате ВШМ.

Температура в печи во время выработки изделий поддерживалась 1200°. Изделия отжигались в газовом лере при высшей температуре отжига 560°.

Полузаводские испытания стекла 22ЕГ показали, что его можно рекомендовать для производства консервной тары и других видов изделий.

#### Литература

1. G. Keppeler. Glass tech. Ber., 1930, Bd. 8, S. 65, 67.
2. A. G. Allen, A. K. Lyle. Glass Ind., 1948, Vol. 29, № 9, p. 493—495.
3. A. L. Bracken, P. A. Webster. Glass Ind., 1950, Vol. 31, p. 12.
4. W. R. Lester. Glass Ind., 1958, Vol. 39, № 12, p. 637—641, 660.
5. А. Е. Котляр. Производство стеклянной тары. М., 1964.
6. Д. С. Белякин и др. Физико-химические системы силикатной технологии. М., 1954, стр. 191—195.