

*Академик АН БССР М. А. БЕЗБОРОДОВ
и канд. техн. наук Л. Я. МАЗЕЛЕВ*

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ БЕЗБОРНЫХ СТЕКОЛ ДЛЯ ВОДОМЕРНЫХ И НЕФТЕМЕРНЫХ ТРУБОК И ИХ ИСПЫТАНИЕ

До 1956 г. на стеклозаводе «Дружная Горка» водомерные и нефтемерные стекла выработывались из стекла ВТ-5 (ОСТ 10096-39), содержащего до 9% борного ангидрида.

Кафедра технологии стекла и силикатов Белорусского политехнического института в содружестве с указанным заводом провела научно-экспериментальное исследование с целью получения безборных стекол, пригодных для замены стекла ВТ-5.

Исследования были выполнены в лабораториях кафедры и на заводе, а контрольно-эксплуатационные испытания готовых изделий — в соответствующих специализированных организациях.

Варка и выработка экспериментальных стекол проводились одновременно со стеклом ВТ-5 при режиме, принятом на заводе для данного стекла. Максимальная температура варки 1400—1450°.

Были синтезированы и исследованы три серии стекол:

1. Бариевые стекла, полученные замещением борного ангидрида окисью бария в исходном стекле ВТ-5.

2. Циркониево-бариевые стекла, синтезированные на основе стекла ВТ-5, в котором борный ангидрид замещался окисью бария, а кремнезем — двуокисью циркония.

3. Натриево-кальциево-глиноземные стекла с пониженным содержанием окиси натрия за счет введения глинозема и окиси магния.

Лабораторные и заводские технологические испытания показали, что замена в стекле ВТ-5 борного ангидрида на окись бария и частичная замена в них кремнезема на двуокись циркония, а также варка силикатных стекол с повышенным содержанием глинозема и окиси магния и пониженным содержанием окиси натрия вполне позволяет получить стекла, не уступающие по своим свойствам борному стеклу ВТ-5, а по химической устойчивости даже превосходящие его. Термическое расширение новых стекол лишь незначительно повышалось.

В табл. 1 даны составы ряда опытных стекол в весовых процентах, а также их химическая стойкость и тепловое расширение в сопоставлении со стеклом ВТ-5.

Таблица 1

Стекла № пп.	Химический состав в вес. % по расчету								% потери веса после кипячения 5 часов в			$\alpha \cdot 10^{-7}$
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	BaO	CaO	MgO	Na ₂ O	ZrO ₂	воде	20,24% HCl	2N Na ₂ CO ₃	
ВТ-5	69,85	3,87	8,92	—	4,32	4,24	8,8	—	0,1245	0,0775	2,042	65,6
1	69,85	3,87	8,00	0,92	4,32	4,24	8,8	—	0,1140	0,0846	1,713	67,5
2	69,85	3,87	—	8,92	4,32	4,24	8,8	—	0,0691	0,0981	0,711	72,5
3	69,35	3,87	8,00	1,00	4,32	4,24	8,8	0,5	0,1350	0,0660	1,481	68,0
4	65,35	3,87	—	9,00	4,32	4,24	8,8	4,5	0,0697	0,5820	0,088	78,5
5	72,00	2,00	—	—	7,00	4,00	15,0	—	0,1100	1,1110	0,063	92,5
6	71,00	5,00	—	—	7,00	5,00	12,0	—	0,0600	0,2550	0,042	84,0

Примечание. Химическая устойчивость стекол определялась стандартным порошковым методом с кипячением зерен стекла размерами ~ 0,5 мм в течение 5 часов в соответствующей реагентной жидкости.

После проведения на заводе опытных варок и выработки стекол указанных трех серий были проведены повторная варка, выработка и исследование наиболее оптимальных составов второй и третьей серий стекол (табл. 2). Стекла первой серии оказались слишком «короткими» для ручной выработки из них водомерно-нефтемерных трубок, а поэтому в дальнейшем не исследовались.

Варки проводились в горшковой печи в 200-кг горшках при предельной температуре в 1400—1430°.

Варка и выработка стекол указанных в табл. 2 составов позволили сделать следующие выводы:

а) все стекла хорошо провариваются и осветляются при заводском режиме варки, принятом для стекла ВТ-5, в особенности стекла III и IV, содержащие большие количества окиси натрия, чем I и II;

Таблица 2

Опытные стекла № пп.	Химический состав в вес. % по расчету						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	BaO	CaO	MgO	Na ₂ O	ZrO ₂
I	66,35	3,87	9,0	4,32	4,24	8,8	3,5
II	66,35	3,87	8,0	4,32	4,42	8,8	4,5
III	71,00	5,00	—	7,00	5,00	12,0	—
IV	71,00	5,00	2,00	7,00	4,00	11,0	—

б) все опытные стекла устойчивы против кристаллизации при всех условиях их варки, выдержки в печи и выработки и имеют в этом преимущество перед стеклом ВТ-5. Не наблюдались также такие пороки, как камни в стекле;

в) стекла I и II труднее вырабатываются при режиме, принятом для стекла ВТ-5, и принадлежат к относительно «коротким». По вязкости они более пригодны для выработки изделий машинным прессо-выдувным способом.

Стекла III и IV вполне удовлетворяют условиям выработки, принятым на заводе для стекла ВТ-5.

Эксплуатационные испытания были проведены на заводских образцах стекол I, III и IV. Изделия из стекла II явились трудоемкими для выработки и не были направлены заводом на испытания.

Гидравлические испытания были выполнены в лаборатории ордена Ленина Института железнодорожного транспорта (г. Ленинград). Испытаниям подвергались 22 трубки стекол I, III и IV с наружным диаметром 16—17,5 мм и толщиной стенок 2,5—3,5 мм.

Все образцы выдержали давление в 36 атм.

Эксплуатационным испытаниям трубки подвергнуты были в котельной теплоэлектроцентрали № 6 «Мосэнерго» (г. Орехово-Зуево, Московской области). Испытания велись на котлах с давлением 30 атм и температурой воды 232°.

Испытания показали, что водомерные трубки из стекла ДГ-1 (предложенного заводом «Дружная Горка») и I (предложенного кафедрой) в эксплуатации не пригодны: во время испытания у стекла ДГ-1 через 3—4 часа и у стекла I через 20—25 часов образовывается налет белого цвета, оно мутнеет, и уровень воды в котле становится невидимым.

Водомерные трубки из стекла III и IV не имеют указанных недостатков и в эксплуатации вполне пригодны.

Стекло III и в особенности IV по механической прочности выдерживают свыше 72 часов работы.

Термическая устойчивость опытных стекол была проверена параллельно на заводе и на кафедре. Образцы изделий всех стекол выдержали испытания при температурном перепаде в 100° . При температурном перепаде в 110° часть трубок при испытании их на заводе лопнула, а именно:

стекло I — из 9 трубок выдержали испытание 6, лопнули 3;

стекло III — из 14 трубок выдержали испытание 13, лопнула 1;

стекло IV — из 11 трубок выдержали испытание 8, лопнули 3, т. е. указанные стекла термоустойчивы при температурном перепаде до 100° .

Химическая устойчивость определялась на заводе согласно ОСТу 10096-39. Испытания на водостойкость показали, что образцы вполне соответствуют ОСТу, т. е. являются водостойкими.

Испытания на кислотоустойчивость дали также удовлетворительные результаты.

Результаты испытаний, проведенных на кафедре, даны в табл. 3.

Таблица 3

№ стекла	Потери веса порошка стекла после кипячения в течение 5 часов в		
	воде	20,24% HCl	0.1 N Na ₂ CO ₃
I	0,056	0,092	0,251
III	0,063	0,018	0,338
IV	0,047	0,022	0,292

Все стекла оказались химически устойчивыми.

На основании результатов всестороннего исследования опытных стекол кафедра официально рекомендовала заводу перевести производство водомерных и нефтеммерных трубок на стекло IV.

С 19 июня 1955 г. завод «Дружная Горка» перешел на производство водомерно-нефтеммерных трубок из стекла IV.

Дальнейшие производственные эксплуатационные испытания водомерных и нефтеммерных трубок из стекла IV подтвердили пригодность его для этих изделий (ГОСТ 8446-57, «Стекла для замера уровня жидкостей»).

Выводы

1. В результате научно-экспериментального исследования различных стекол и их эксплуатационных испытаний на заводе «Дружная Горка» в 1956 году было организовано производство водомерных и нефтемерных трубок из безборного стекла IV.

2. На основании результатов технологических и физико-химических испытаний опытных стекол представляется возможным рекомендовать стекла I, II, III и IV, а также оптимальные составы всех трех исследованных серий стекол для механизированной выработки стеклотары с повышенной термической и химической устойчивостью и механической прочностью, химико-лабораторного, нейтрального и некоторых видов электротехнического и электроизоляционного стекла.