

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Действительный член АН БССР М. А. БЕЗБОРОДОВ и В. Л. ЧЕНАКАЛ

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЦВЕТНЫХ СТЕКОЛ  
М. В. ЛОМОНОСОВА**

Ведущее за последние годы изучение научного наследия М. В. Ломоносова и, в частности, его «Лабораторного журнала» и «Лабораторных записей», относящихся к 1751—1752 гг., позволило составить некоторое представление о масштабах его исследований по химии и технологии стекла, о методах его научных работ, о сырьевых материалах для изготовления стекол различных составов и свойств, об изготовлении и применении им красителей для получения цветных стекол различного назначения (1).

Было показано, что М. В. Ломоносов вел систематическую поисковую работу по изготовлению рубиновых стекол, окрашенных соединениями золота, рецептура и технология производства которых была в то время утрачена (2). В его «Лабораторном журнале» находятся записи 70 шихт опытных стекол, которые содержат в своем составе соединения золота (3), стр. 371—438). Как известно, Ломоносов провел в течение трех с половиной лет (1749—1752 гг.) 2184 опытных плавки и разработал богатейшую палитру разнообразных цветных стекол, которую позже использовал для изготовления мозаичных картин, для производства посуды, облицовочных плиток, бисера, пронизок, стекляруса, ювелирных камней, галантерейных вещей и многих других изделий.

Все наши небольшие знания о составе и свойствах ломоносовских стекол основывались до сих пор лишь на данных его лабораторных записей. Большой научный и практический интерес, однако, представляет непосредственное экспериментальное изучение химического состава и свойств стекол Ломоносова на образцах, сохранившихся до нашего времени.

В настоящей статье излагаются первые результаты ведущегося авторами лабораторного исследования цветных стекол Ломоносова.

В табл. 1 приводятся анализы семи цветных стекол Ломоносова в весовых процентах. Образцы №№ 1—3 и 5—7 представляют собой мозаичные стекла, применявшиеся Ломоносовым для изготовления мозаичных картин и, в частности, при создании «Полтавской баталии». Стекло № 4 — один из образцов золотого рубина Ломоносова. Было высказано предположение, что рубиновые стекла, окрашенные соединениями золота, он использовал для изготовления изделий алого и гранатового цветов — запонок, подвесок к серьгам, стекляруса и т. п. (4).

В табл. 2 представлены те же стекла №№ 1—3 и 5—7, пересчитанные на молекулярные составы; в левой половине таблицы находятся стеклообразующие компоненты ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2\text{O}$ ), в правой — красители ( $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ).

Сопоставление анализов мозаичных стекол позволяет отнести их по содержанию главнейших компонентов к трем группам:

Химический состав цветных стекол М. В. Ломоносова  
(в вес. процентах)\*

Оксиды в %	№ 1 оранжево- красное	№ 2 сургучно- красное	№ 3 светлой охры	№ 4 желтовато- палевое	№ 5 голубое	№ 6 синее	№ 7 сиренево- синее
SiO <sub>2</sub> . . . . .	36,93	21,98	24,84	60,53	40,24	66,44	38,82
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,08	0,91	4,02		0,63	1,64	2,95
CaO . . . . .	3,28	0,14	1,34		3,40	3,60	6,84
PbO . . . . .	43,59	60,84	63,85	Много	40,82	2,42	37,91
MgO . . . . .	—	0,82	0,33		0,38	0,43	0,52
ZnO . . . . .	1,64	3,77	нет	[Содер- жится Au]	1,98	—	—
MnO . . . . .	—	—	—		—	—	1,21
CuO . . . . .	—	—	нет		1,20	9,80	нет
Cu <sub>2</sub> O . . . . .	6,19	9,45	—		—	—	—
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	нет	—	3,19		нет	—	1,88
K <sub>2</sub> O . . . . .	6,90	1,64	2,54		7,92	15,08	9,23
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,95	—	нет		3,01	1,09	0,20
Σ . . . . .	99,56	99,55	100,11		99,58	100,50	99,56

\* Аналитики А. С. Запорожец (стекла №№ 1, 4, и 5) и Т. В. Терентьева (стекла №№ 2, 3, 6 и 7)

Таблица 2

## Молекулярный состав мозаичных стекол М. В. Ломоносова

№№ стекло	SiO <sub>2</sub>	CaO	PbO	MgO	ZnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CuO	Cu <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Sb <sub>2</sub> O
6	6,00	0,34	0,05	0,05	—	0,86	0,09	0,65	—	0,05	—	—
1	6,00	0,57	1,90	—	0,19	0,73	0,14	—	0,42	0,005	—	—
5	6,00	0,55	1,64	0,09	0,22	0,75	0,45	0,13	—	0,04	—	—
7	6,00	1,15	1,62	0,13	—	0,93	0,04	—	—	0,17	0,17	0,07
3	6,00	0,35	4,20	0,12	—	0,39	—	—	—	0,37	—	0,16
2	6,00	0,41	4,46	0,33	0,75	0,28	—	—	1,08	0,09	—	—

Стекло № 6 принадлежит к группе щелочных известково-кремнеземных стекол, в которых окись свинца занимает подчиненное положение.

Стекла №№ 1, 5 и 7 — щелочные свинцово-известково-кремнеземные стекла, в которых существенную роль играет окись свинца.

Стекла №№ 2 и 3 — свинцово-кремнеземные стекла; в них щелочи и окись кальция играют второстепенную роль.

Составы шихт опытных стекол, находящиеся в «Лабораторном журнале», а также пометки Ломоносова в его «Лабораторных записях» показывают, что он применял способ «двухступенной», отдельной («дифференцированной») варки стекол. Сначала он спекал фритту, а затем добавлял к ней красители и плавил получившуюся смесь.

Можно высказать предположение, что стекла первой и второй группы были изготовлены на основе «белой фритты прозрачной из белого песка и поташу». Третья группа стекол, повидимому, была изготовлена на основе «желтой фритты из сурику и желтого песка» (<sup>3</sup>, стр. 437).

Зная сырьевые материалы, которые были в распоряжении Ломоносова, можно высказать некоторые догадки, какими из них он воспользовался для получения изучавшихся нами образцов. Так, например, для окрашивания стекла № 1 в оранжево-красный цвет он мог применить медный купорос в восстановительной среде в сочетании с «животной щелочью» (аммиаком). Окись цинка он мог ввести через «белый купорос» (серно-кислый цинк). Для получения более яркой красной окраски в стекле № 2, по сравнению со стеклом № 1, он увеличивал содержание в шихте белого купороса и медных соединений. Окись кальция попадала в стекла либо за счет примесей в поташе, либо вводилась специально в шихту известью или мелом. Непрозрачности («глухоты») Ломоносов добивался в ряде стекол применением сурьмяных соединений — возможно, «сурьмяной киноварью», т. е. сернистой сурьмой (<sup>3</sup>), стр. 401). Так, например, непрозрачность (глухота) стекол №№ 3 и 7 достигнута именно введением сурьмы, как это видно из анализа. Окраска стекла № 3 обусловлена, очевидно, окисью железа за счет применения железного купороса или железного крокуса в окислительной среде, например путем добавки селитры. Окраска стекол №№ 5 и 6 обязана в большей степени соединениям меди, упоминавшимся ранее, но в данном случае в окислительной среде — например в сочетании с селитрой.

Окраска стекла № 7, объясняющаяся наличием соединений железа и марганца, могла быть достигнута применением «пьемонтской магнезии» — двойным карбонатом магния и марганца — находившейся в распоряжении Ломоносова в сочетании с медным купоросом, а также селитрой для создания окислительной среды.

Особое положение занимает стекло № 4. Оно характерно своей двойной окраской: оно синее в проходящем свете и желтоватое («палевое») в отраженном. Такими свойствами, как известно, отличаются стекла, в которых окраска зависит от дисперсных частиц металла, находящегося в коллоидальном состоянии. В «Лабораторном журнале» Ломоносова среди стекол, окрашенных соединениями золота, находится именно такое стекло — № 9, похожее на наш образец № 4 (<sup>3</sup>), стр. 403). Анализ показал содержание золота в этом стекле. Отсутствие рубиновой окраски в данном случае объясняется тем, что стекло не было подвергнуто нормальному процессу «наводки».

Таким образом, экспериментально подтверждено заключение о том, что Ломоносов разработал рецептуру «золотого рубина» и изготавливал рубиновые стекла, окрашенные соединениями золота (<sup>2</sup>).

При объяснении окраски стекол были упомянуты лишь отдельные красители и только некоторые из компонентов, обуславливающие данную окраску. Следует, однако, считаться с тем, что то или иное свойство стекла, в данном случае окраска его, обуславливается всем составом его в целом, всем количественным и качественным наличием компонентов, а не каким-либо отдельным фактором.

Начатое авторами изучение химического состава и свойств стекол Ломоносова продолжается.

Музей М. В. Ломоносова  
Академии наук СССР (Ленинград) и  
Белорусский политехнический институт  
им. И. В. Сталина (Минск)

Поступило  
25 IV 1953

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> М. А. Безбородов, М. В. Ломоносов и его работа по химии и технологии силикатов, М.—Л., 1948, стр. 65—138. <sup>2</sup> М. А. Безбородов, ДАН, 51, № 7 (1946). <sup>3</sup> М. В. Ломоносов, Полн. собр. соч., 2, Труды по физике и химии, М.—Л., 1951. <sup>4</sup> М. А. Безбородов, Природа, № 1, 74 (1947).