А.А. ДРОЗДОВ
Доцент, МГУ имени М.В. Ломоносова
e-mail: camertus@mail.ru

A.A. DROZDOV
Associate prof., Moscow State University
e-mail: camertus@mail.ru

ИСТОРИЯ ОПАЛОВЫХ И МОЛОЧНЫХ СТЕКОЛ С ДРЕВНЕЙШИХ ВРЕМЕН ДО ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

HISTORY OF OPAL AND OPAQUE GLASSES FROM ANCIENT TIMES TO INDUSTRIAL REVOLUTION

В статье изложена история опаловых и молочных стекол со второго тысячелетия до н.э. до эпохи промышленной революции. Особое внимание уделено эволюции составов, вопросам разработки новых рецептур.

The paper deals with the history of opal and opaque glasses from the second millenium A.C. up to the industrial revolution. A particular attention is given to the problems of the evolution of glass compositions and new glass receipts.

Ключевые слова: история стеклоделия, опаловое стекло, алебастровое стекло, молочное стекло, составы стекол.
Keywords: history of glassmaking, opal glass, alabaster glass, milk glass, glass compositions.

По прозрачности стекла бывают прозрачными и глушеными. Прозрачное стекло пропускает большую часть падающего на него светового потока. Для уменьшения прозрачности надо увеличить долю света, который рассеивается. Это можно сделать двумя путями: 1) модифицировать поверхность; 2) ввести в состав стекла специальные добавки, рассеивающие свет. Модифицирование поверхности предполагает придание ей шероховатости. Это достигается механическим (шлифовка) или химическим (травление) матированием. Предметом нашего изуче-



Рисунок 1. Предметы из молочного стекла (слева) на первый взгляд трудно отличить от фарфора (справа)

ния являются стекла, глушенные введением специальных добавок. В русской литературе их принято называть глушителями. Некоторые из них уже содержат в своем составе вещество, делающее стекло мутным. В английской литературе за ними закреплен термин opacifier (собственно глушитель, делающий стекло непрозрачным). В других случаях вводимое в шихту вещество само по себе не вызывает уменьшения прозрачности стекла, но провоцирует образование в стекле веществ, делающих его мутным. Такую добавку называют opaliser (она делает стекло полупрозрачным). Вводимые в стекло глушители-opacifiers создают более грубое глушение, так как состоят из частиц микронного размера и выше. Наиболее тонкое глушение достигается именно введением opalisers, которые образуют в стекле частицы размером от 100 нм до нескольких микрон. Именно в этом случае возможно достижение эффекта опала, то есть создание полупрозрачного стекла.

В литературе принято различать несколько видов глушеных стекол. Молочным стеклом называют белое стекло, полупрозрачное в тонком слое. Оно имеет в отраженном свете всем известный матово-белый молочный цвет. Изделия из молочного стекла напоминают фарфоровые (рис. 1). Их можно отличить только на сколе или по обработке нижней части основания (след от понтии, отсутствие участков, не покрытых глазурью и подтеков глазури). Да и эмалевая роспись ложится на стекло по-другому, чем на полевошпатовую глазурь. Цветное молочное стекло называют смальтовым. Белая эмаль, используемая для декорирования изделий из стекла и керамики, по сути, это тоже одна из разновидностей молочного стекла. Важное свойство эмали — легкоплавкость, поэтому в качестве эмалей используют свинцовые молочные стекла. В Англии такие составы принято называть эмалевыми (enamel glass) и при выработке из них изделий.





Рисунок 2. Природный опал и кувшин из опалового стекла, Россия, середина XIX в., частное собрание

Рисунок 3. Природный алебастр и кружка из алебастрового стекла с росписью эмалями и золотом, Россия, середина XIX в., частное собрание

Опаловым называют полупрозрачное стекло различной степени глушения — от слабого замутнения до более заметного. В проходящем свете оно выглядит оранжевым, а в отраженном имеет холодный голубоватый оттенок (рис. 2). Опаловые стекла диффузно отражают свет, подобно природным опалам. Частицы глушителя в таком стекле настолько мелкие, что способны вызывать релеевское рассеяние, что и приводит к описанному различию в окраске. Опаловые стекла производили в Венеции, где их называли термином girasole (1).

Алебастровое стекло (рис. 3) — это белое стекло различной степени заглушенности, которое отражает, а в тонком слое и пропускает свет (2). Оно содержит частицы глушителя большего размера, чем опаловое стекло. Часть светового потока, падающего на поверхность алебастрового стекла, проникает вглубь, преломляется и диффузно отражается, но при отражении вновь соединяется в белый свет, поэтому алебастровое стекло, в отличие от опалового, в проходящем и отраженном свете выглядит одинаково. В отличие от опалового стекла, оно не окрашивает проходящие через него лучи, а в отличие от молочного выглядит полупрозрачным, подобно природному алебастру. Алебастровое стекло также впервые было получено в Венеции ок. 1600 г., столетием спустя изделия из такого стекла выпускали в Богемии (Джозеф Янке, Новый Бор (Haida) в северной Богемии) [1].

В истории стеклоделия молочное стекло известно с самых древнейших времен. В ассирийских и египетских составах II тыс до н.э. глу-

шителем выступали соединения сурьмы. Эти стекла изготавливали на зольном флюсе, в состав шихты вводили соединения сурьмы. В процессе варки в стекле образуются кристаллы антимоната кальция, которые и рассеивают свет. Именно такое стекло и использовано для украшения фигурки рыбы-тиляпии, происходящей из раскопок в Амарне — древнем Ахетатоне. В античном стеклоделии молочное стекло изготавливали на основе троны. В качестве глушителя, помимо соединений сурьмы, со II в до н.э. стали использовать касситерит — оксид олова SnO_2. Однако наибольшее значение по-прежнему играла сурьма — антимонат кальция. Именно он обуславливает глушение внешнего слоя знаменитой портлендской вазы, хранящейся в Британском музее (5–25 гг. н.э.). Это сосуд амфорофидной формы высотой 24 см (дно не сохранилось), выполненный из двухслойного стекла в камейной технике методом выдувания в форму. Предмет происходит из римского некрополя Монте дель Грано из мраморного саркофага Александра Севера и, возможно, представляет собой урну с прахом императора. Внутренний слой (основа) сосуда выполнен из натрий-кальциевого стекла с низким содержанием калия и магния, что типично для античного стеклоделия, основанного на использовании флюса на основе троны. Красителем выступает кобальт, синяя окраска которого осложнена наличием в стекле железа, меди и марганца. Внешний молочный слой портлендской вазы [2] (табл., № 1) также в своей основе представляет собой содово-известковое стекло, но в его состав входит оксид свинца (12%). Использование свинца очень не типично для античного стеклоделия. Античные свинцовые стекла встречаются в виде накладов на камейном стекле, а также в составе некоторых зеленых и желтых стекол. Известны и арабские камейные стекла, в которых внешний белый слой — свинцовый. Использование свинца именно в молочных составах обусловлено легкостью кристаллизации антимоната кальция (а также и антимоната свинца) в присутствии оксида свинца, добавка которого уменьшает вязкость стекломассы при низких температурах. В византийских мозаичных тессерах VI в (San Vitali в Равенне, Hagios Polyeuktos в Константинополе) глушение достигалось одновременным введением в стекло оксидов олова и свинца [3] (табл., № 2).

Это один из первых случаев получения так называемого свинцово-оловянного оксида, который на самом деле представляет собой неустойчивый станнат свинца. Как и в случае античных камейных стекол, сам по себе оксид свинца и здесь не вызывает глушения. Глушителем

Таблица. Составы некоторых молочных и опаловых стекол

		SiO_2	K_2O	CaO	MgO	Na_2O	MnO	Al_2O_3	B_2O_3	As_2O_3
1	Портлендская ваза, внешний слой, 5–25	57,2	0,6	6,3	0,6	14,0	0,9	2,0	–	–
2	Желтая смальта Hag. Polyeuktos,VI в.	54,2	0,5	6,6	0,8	13,9	1,7	1,9	–	–
3	Стекло lattimo, Венеция, XVI в.	50,5	2,1	8,5	2,5	10,1	0,35	1,1	–	–
4	Стекло girasole, Венеция, XVII в.	55,6	6,5	3,8	0,5	8,8	–	1,2	–	5,8
5	Стекло smalto, Венеция, XVII в.	48,3	4,2	1,5	2,5	6,4	–	1,6	–	6,3
6	Молочное стекло, маст. Перро, ок. 1680	60,5	8,9	5,6	1,1	3,1	0,07	0,9	–C	0,3
7	Стакан с Нептуном, Гратцен, ок. 1680	68,0	15,2	0,6	<0,1	1,9	–	0,5	Не опр.	5,5
8	Стакан молочного стекла, Богемия, посл. чет. XVIII в., Кусково, ст 2013	66,4	15,2	10,8	Не опр.	Не опр.	0,1	0,2	Не опр.	0,7
9	Сахарница молочного стекла, Богемия, втор пол. XVIII в., Кусково	71,1	13,7	7,4	Не опр.	Не опр.	0,03	0,3	Не опр.	0,04

		Fe_2O_3	SO_3	Sb_2O_3	P_2O_5	SnO_2	CuO	Cl	PbO	Лит.
1	Портлендская ваза, внешний слой, 5–25	0,4	0,6	3,3	<0,4	–	<0,3	0,5	12,0	[2]
2	Желтая смальта Hag. Polyeuktos,VI в.	0,5	0,2	–	0,1	1,6	0,03	0,9	16,3	[3]
3	Стекло lattimo, Венеция, XVI в.	0,5	–	–	–	11,4		0,5	11,9	[4]
4	Стекло girasole, Венеция, XVII в.	0,2	–	–	–	–		–	19,1	[4]
5	Стекло smalto, Венеция, XVII в.	0,2	–	–	–	–		–	31,0	[4]
6	Молочное стекло, маст. Перро, ок. 1680	0,5	–	5,8	0,2	–	0,01	0,2	12,8	[7]
7	Стакан с Нептуном, Гратцен, ок. 1680	<0,1	0,1	–	0,1	–	–	–	–	[9]
8	Стакан молочного стекла, Богемия, посл. чет. XVIII в., Кусково, ст 2013	0,2	0	0	5,3	0	0	0	0	Данные автора
9	Сахарница молочного стекла, Богемия, втор пол. XVIII в., Кусково	0,04	0	0	5,5	0	0	0	0	Данные автора

служит касситерит — оксид олова SnO_2. В то же время введение оксида олова в бессвинцовые составы не приводит к такому однородному глушению, как в составах свинцовых. Все дело в том, что оксид олова вводится в шихту в виде частичек сравнительно большого размера. В несвинцовых составах он практически не растворяется. Под действием силы тяжести частички оксида олова распределяются в стекле неравномерно, что делает стекло неоднородным по толщине. В присутствии в стекломассе оксида свинца касситерит растворяется, превращаясь в неустойчивый станнат свинца $PbSnO_3$, который в процессе варки стекла разлагается, вновь выделяя оксид олова, но уже в виде мельчайших кристаллов размером менее 1 мкм, которые равномерно распределены в стекле. Именно эти мельчайшие кристаллы и обуславливают мерцающий блеск не только византийских молочных и желтых тессер, но и знаменитых средневековых эмалей на керамических изделиях. Секрет оловянной свинцовой эмали, который традиционно приписывают мастерам Ближнего Востока, на самом деле был известен уже в Византии. А вот глушение стекол антимонатом свинца, известное на Древнем Востоке, арабы не использовали.

По-видимому, за основу разработки венецианского молочного стекла (lattimo, также называется laterolo или porcellana, что подчеркивает связь с фарфором) были взяты арабские рецепты. При его варке использовали оловянно-свинцовую окалину (calcina) — твердый остаток от прокаливания на воздухе сплава олова со свинцом [4]. Хотя самый ранний документ о производстве молочного стекла в Венеции датируется 1359 г. (это заказ на молочную смальту для мозаик в Орвьето), термин lattimo, означающий молочное стекло, появляется в венецианских документах только в XV в. Сначала молочное стекло используют для производства мозаичных тессер и эмалей, а лишь затем, ок. 1490 г., из него начинают выдувать посуду . Изделия из молочного стекла (табл., № 3) было принято украшать росписью цветными эмалями и золочением. Особую популярность приобрел орнамент виде поясков из точек и капель. Наиболее дорогие изделия украшали выполненные эмалями портретные медальоны с профильными портретами современников или сюжетами из Священной истории. На росписи молочного стекла эмалями в Венеции специализировался художник Джованни-Мария Обидзо (Giovanni Maria Obizzo). В документе 1490 г. этому мастеру приписана роспись эмалями и золочение тысячи предметов, выполненных и lattimo, и смальтовых

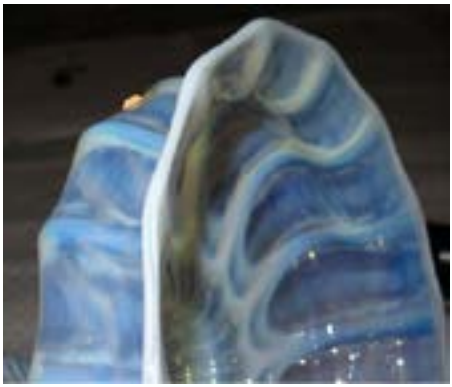


Рисунок 4. Фрагмент подсвечника, стекло girasole, Венеция, XVIII в.

стекол. Из них к настоящему времени сохранилось менее двух десятков, среди них — шесть кубков, а также чаши и фиала [5].

Глушеное оксидом оловом свинцовое молочное стекло в сочетании с бесцветным cristallum начиная с 1520-х гг. стало использоваться в технике филиграни. Известно, что в 1527 г. братья Филиппо и Бернардо Катани подали петицию на право эксклюзивного использования изобретенного ими рецепта филигранного стекла сроком на 25 лет. Выданный им патент закончил свое действие всего через 10 лет, и в 1540 г. рецепт филигранного стекла распространился среди муранских мастеров. Метод глушения стекла оловянно-свинцовой окалиной оставался традиционным для венецианских стеклоделов вплоть до XIX в., хотя и не был единственным.

В Венеции XVIII века lattimo вновь обрело популярность на фабрите Миотти, где изготавливали не только посуду, расписанную эмалями, но и литые диски для выработки изделий, которые продавали в более мелкие мастерские. Во второй половине XV в., то есть практически одновременно с разработкой состава lattimo, в Венеции было открыто глушение стекла костью, которое, впрочем, не получило популярности. В середине XVI в муранские мастера возродили древнюю технику глушения антимонатом кальция, а в 1693 г. был разработан рецепт стекла girasole, глушенного арсенатом свинца.

Опаловое стекло girasole (рис. 4), названное так за свой перламутровый блеск (оно кажется светящимся изнутри), в отличие от lattimo, не содержит в своем составе олова, а в отличие от древних стекол — сурьмы. Их роль взял на себя другой элемент — мышьяк. При производстве этого стекла (а также и смальтового стекла) использовали аурипигмент (сульфид мышьяка), который прокаливанием на воздухе превращали в белый мышьяк As_2O_3. Его вместе со свинцовым суриком и калийной селитрой и вводили в шихту. В отличие от большинства му-





Рисунок 5. Восьмигранный бокал на ножке, молочное стекло, роспись эмалями, Франция, мастерская Бернара Перро, 1710–1730, Корнинг, музей стекла, 58.3.203
Рисунок 6. Стакан с изображением триумфа Нептуна в отраженном (слева) и проходящем (справа) свете, ок. 1680 г., Гратцен, завод Букой, Британский музей, инв. WB56, выс. 24 см

ранских составов, стекло girasole (табл., № 4) содержит в своем составе калий, происходящий из селитры. Если пробу уже сваренного стекла на стеклодувной трубке вынуть из печи, то при охлаждении стекло сохраняет прозрачность. Для глушения его требуется повторно разогреть до более низкой температуры и охладить. При этом происходит образование кристаллов оксоарсената свинца $Pb_8O_5(AsO_4)_2$ и других арсенатов и фосфатов свинца и кальция, которые и делают стекло полупрозрачным [6]. При увеличении количества мышьяка и свинца стекло получалось молочным (smalto, табл., № 5). Примерно в те же году, когда был разработан состав girasole, выходец из Алтаре Бернардо Перротто (Бернар Перро) использует свой рецепт молочного стекла. Для этого к шихте, составленной из кварца и натриевого зольного флюса (barilla), он добавляет оловянно-свинцовую окалину, а также оксид сурьмы. Стекло становится белым от рассеяния света на кристаллах оксида олова и антимоната кальция (табл., № 6) [7]. Перро основал в Орлеане стекольную мануфактуру, которая состояла из нескольких мастерских, объединенных единым руководством, но специализировавшихся на разных видах продукции. Они специализировались на выпуске бесцветного, цветного (в том числе рубинового) и молочного стекла, занимались отливкой зер-

кал, медальонов, изготовлением мелкой пластики и столового стекла на венецианский манер (рис. 5). Известно, что фигурками, которые здесь изготавливали, в детстве играл Людовик XIV. Молочное стекло шло на изготовление фигурок. В их числе — фигурки Бахуса на бочке, одна из которых хранится в Государственном Эрмитаже (конец XVII — нач. XVIII в., инв. Кр-2900, опубликована в [8]).

В 1670-е гг. уроженец Аррсаса Луи Вассер Доссимон (Louis le Vasseur d'Ossimont) импортирует эту рецептуру на завод семейства Букой (Buquoy) в Гратцене (Gratzen, Novy Grad) в Южной Богемии. Там не только делают молочные и опаловые стекла, но и декорируют изделия на манер мастерской Перро, придавая утилитарным предметам причудливые формы, дополняя их изгибающимися ручками, налепами, фестонами. Предметы бижутерии, кубки, кувшины из опалового стекла, произведенные в Гратцене, встречаются во многих европейских собраниях. Примерами служат кубок, кружка из Британского музея, а также полученные выдуванием в трехчастную форму стаканы с рельефным изображением триумфа Нептуна (Британский музей, WB56 и др.). Выполненные из толстого полупрозрачного стекла (рис. 6), своими эффектами напоминающего венецианское girasole, они, благодаря высокому рельефу формы, переливаются всеми оттенками серебристо-серого холодного цвета. Однако между опалами Венеции, Перро и стеклом завода Букой при их некотором внешнем сходстве есть принципиальная разница. Проведенное исследование состава стекла стакана из Британского музея [9] показало (табл., № 7), что предмет выполнен из чистого калийного боро-силикатного стекла с низким содержанием кальция. Это стекло не содержит свинца. В исследовании не удавалось выявить природу глушения, так как микроструктура стекла осталась неизученной. Опалы заводу Букой подобно венецианскому girasole обладают дихроизмом, то есть имеют разную окраску в проходящем и отраженном свете. В отраженном свете стекло выглядит полупрозрачным холодным серебристо-фиолетовым, а в проходящим кажется прозрачным и имеет теплый желто-коричневый оттенок. Это объясняется тем, что присутствующие в стекле микрочастицы обладают высокой дисперсией, сильнее всего рассеивая лучи синей части спектра. Рецептура опаловых стекол, разработанная на заводе Букой в 1670-е гг., требовала дорогого сырья (селитры вместо поташа, буры, белого мышьяка) и использовалась только для создания высокохудожественных изделий. Есть сведения, что изделия



Рисунок 7. Кружка, молочное стекло, роспись эмалями. Центральная Европа, 1651 г., Баварские музеи

из опалового стекла выпускали и на северо-востоке Богемии, в Ризенгебирге. Интерес к опаловым стеклам к середине XVIII века пропадает.

В те же 1670-е гг. в центральной Европе получила развитие другая рецептура производства молочных и опаловых стекол. Речь идет о способе глушения стекол костью, который, хотя и был известен арабам и венецианцам, но не имел широкого распространения. Этот рецепт приводит Иоганн Кункель в книге «Ars Vitraria» 1679 г. Глушение здесь вызвано образованием внутри обычного силикатного стекла мельчайших капель стекла другого состава, в которых со временем происходит кристаллизация. Так как коэффициенты преломления двух фаз различаются не существенно, то такое глушение при низкой концентрации кости в шихте, не является полным, а делает стекло опаловым. «Подмесь жженых костей придает стеклу полупрозрачность» [10, с. 95]. Такое стекло «имеет известный всем матово-белый молочный цвет и имеет часто то свойство, что чрез него пламя свечи или лампы кажется красным» [10, с. 95]. При варке стекло получается прозрачным, оно приобретает «молочность только после выдувания, если оно сопровождается нагреванием и охлаждением», то есть в процессе выработки изделия. Самый ранний предмет из костяного стекла имеет дату 1651 год. Это кружка из молочного стекла слегка голубоватого оттенка (Баварские музеи). Ее сферическое тулово (рис. 7) с высоким цилиндрическим горлом дополнено петлевидной ручкой. Плоское, круглое в плане основание выполнено отдельно и налеплено снизу на тулово предмета. Горло украшено налепленным тонким горизонтальным ободком. Вся поверхность тулова украшена цветочным орнаментом, выполненным синей, зеленой, черной и желтой эмалями. Другим предметом из костяного стекла служит стакан с неизвестным гербом и датой 1681 г. из Бри-

танского музея. Глушение костью позволяет получать изделия не только из молочного, но и из опалового стекла.

Кункель помещает рецепты молочного и опалового стекол в дополнения к главе XXXVI книги Антонио Нери [11]. Приведем текст Кункеля полностью:

«Приготовление стекла подобного фарфору, которое может быть окрашено в различные очень красивые цвета.

Этот состав до сих пор держали в секрете, его сообщил мне Даниэль Краффт, который его изобрел.

Возьмите 60 ливров песку белого или кварца, 40 ливров литрованного поташа, 10 ливров костей или рогов оленя жженых, измельчите все и плавьте. Стекло получается прозрачным и очень чистым. Когда его вновь нагревают, стекло начинает напоминать опал или молоко в зависимости от того, сколько времени его нагревали и какое количество кости или рога добавили.

На иной манер

Следующий рецепт более затратный, но и стекло более красиво. Его можно использовать для имитации опалов невиданной красоты.

Возьми кварца или кремня 130 ливров, селитры литрованной 70 ливров, буры 12 ливров, винного камня 12 ливров, мышьяка 5 ливров, рогов оленя или костей жженых 15 ливров - больше или меньше по желанию. Если хочешь получить опаловое стекло, клади 12 ливров, для стекла молочного или цвета слоновой кости требуется больше. Каждый может испытать это на небольшом количестве. Если захочешь получить (глушеное — добавлено мной, А.Д.) стекло других цветов, то можно ограничиться первым составом.

На третий манер

В последнем составе вместо жженой кости добавляют 5 унций магнезии. При соблюдении всех описанных выше правил получается наиболее хорошее стекло.

Я знаю состав еще лучший, который позволяет приготовить еще более стойкое стекло, используемое для изготовления сосудов для перегонки кислот. Но я полагаю, что эта книга и так вышла уже слишком большой, чтобы ее еще дополнять».

Цитирован по французскому изданию [12, с. 103–104].



Рисунок 8. Сахарница, молочное стекло, выдувание в форму, роспись эмалями, Богемия, завод Гаррахов в Нойвельте, 1782–1786. Корнинг, музей стекла, инв. 75.3.87

Как следует из текста, Кункель не претендует на авторство, а выступает в роли компилятора, который по идущей от Средневековья традиции собирает различные сведения и комментирует их. В качестве автора рецептуры он называет Даниэль Краффта (Daniel Krafft), о котором мы ничего не знаем. Скорее всего, он тоже не был первым, кто получил стекло, глушенное костью. Но восстановить пути возникновения этой рецептуры в Центральной Европе и ее связь с венецианской и арабской рецептурами костяного стекла нам не представляется возможным. Первый не содержит никаких специальных добавок. В его основе лежит crystal glass Оссимона, в который добавлена кость. Заметим, что кальций, вводимый с костью, не только участвует в глушении стекла, но и стабилизирует его, делая его твердым и устойчивым к коррозии (именно эти недостатки и присущи crystal glass). Кункель не упоминает, что молочное стекло может быть сделано и на основе уже готового бесцветного стекла путем введения в него кости. «Для приготовления молочного стекла можно брать всякое другое стекло, прибавляя к нему от 10 до 20 процентов по весу мелко истертых сильно (при притоке воздуха) прокаленных костей» [10 , с. 95].

Второй рецепт Кункеля дает нам состав, гораздо более рафинированный. В его разработке участвовали ученые, имевшие опыт работы с веществами. Бура, мышьяк, винный камень — все это входило в арсенал алхимика, жившего на рубеже позднего Средневековья и Нового времени. Создание такой рецептуры — результат кропотливой работы. Наименее ясен третий рецепт Кункеля, в котором жженая кость заменена магнезией (углекислым магнием). Возможно, его описание не является полным, что не позволяет провести подробный анализ.

Первые два рецепта, изложенные Кункелем, получили большое распространение в странах Центральной Европы и в XVIII веке (с неко-



Рисунок 9. Сосуды для масла (слева, частное собрание) и лимонного сока (справа, музей Виктории и Альберта, C698–1921), ок. 1765 г. Ньюкасл, Стаффордшир или Бристоль. Рис. «Эмалевое» английское стекло. Манера эмалевой росписи близка монограммисту P.P. или P.F., работавшему в Ньюкасле

торыми изменениями) прочно вошли в арсенал различных предприятий и мастерских. Так, приводимый в издании 1864 г. рецепт богемского алебастрового стекла, содержит «песку 100 частей, поташа 43 части, селитры 4 и 1/2 части, жженых костей 6 частей» [10, с. 97]. Еще один приводимый в этой книге состав близок второму рецепту Кункеля, но отличается от него дополнительным введением соды (2). В музеях хранится большое количество предметов из богемского молочного стекла середины и второй половины XVIII в. По составу оно представляет собой поташно-известковое стекло, глушенное костью. Производили его и на крупных предприятиях, таких как завод Гаррахов в Нойвельте (Новый Свет), так и в мелких мастерских. Из него изготавливали стаканы прямоугольной и конической формы, восьмиугольные штофы, графины, сосуды для специй, сахарницы (рис. 9), чернильницы, бокалы. В подражание более дорогой фарфоровой посуде, изделия из стекла расписывали цветными эмалями, а ближе к концу XVIII в и пурпуром (табл., № 8, 9). Большое количество изделий Богемия экспортировала в соседние страны, в том числе и в Россию.

В Богемии было налажено и производство алебастрового стекла. Его также глушили жженой костью (4).

Еще один тип молочного стекла был разработан в Англии в XVIII веке. Он представляет собой поташно-свинцовое стекло, то есть, по сути, глушеный мышьяком свинцовый хрусталь. Приведем состав этой рецептуры, использовавшейся в Англии в XVIII веке по книге потомственного стеклодела Апсли Пеллата (1791–1863) «Курьезы стеклоделия» (Curiosities of glassmaking), изданной в 1849 г. [13]. Производство английских молочных и цветных стекол основано на введении глушителя или красителя в шихту поташного свинцового хрусталя основного состава (3). Так, для получения полупрозрачного белого эмалевого стекла (опалового) к 6 хандервейтам основной шихты добавляют 24 фунта белого мышьяка и 6 фунтов антимонии, для молочного стекла (оно названо hard white enamel, opaque) — 200 фунтов жженого сплава олова и свинца [13, p. 34]. Из такого эмалевого стекла делали небольшие предметы — вазочки, сосуды для специй (рис. 10). Они имеют цилиндрическое тулово, завершающееся узким вытянутым горлом. На почти плоском основании заметен грубый след от понтии. Центром производства эмалевого (молочного) стекла в Англии служил Южный Стаффордшир в центральной части Англии, а также Бристоль на юго-западе страны и Ньюкасл на реке Тайн, расположенный на северо-востоке Англии вблизи морского побережья.

Свинцовое «эмалевое» стекло производили в Англии до викторианской эпохи, когда в моду стали входить центрально-европейские составы, приготовленные по богемской рецептуре.

Начиная со второй половины XIX века, в качестве глушителей стали активно использовать соединения фтора. Сначала для этих целей применяли флюорит CaF_2 (6), который иногда вводили вместе с традиционной костью (ее стали заменять природным апатитом или фосфатами щелочных металлов). Полученный гражданином Пруссии Джозефом Кемпнером в 1878 г. патент предлагает использовать в качестве глушителя смесь полевого шпата, флюорита и барита [14]. Глушение фторидами (7) не требует дополнительного нагревания стекла, оно начинается уже при варке и заканчивается при отжиге. Сам по себе фторид может не участвовать в процессе глушения, он лишь способствует ему, уменьшая вязкость стекла при низких температурах и облегчая тем самым выделение из стекла избыточного кремнезема в виде кварца или кристобалита. В некоторых составах в стекле наблюдают кристаллизацию фторидов металлов. Соединения фтора в про-

цессе варки стекла улетучиваются, поэтому фтор стали вводить в виде криолита Na_3AlF_6, летучесть которого при высоких температурах меньше. Фторидные глушители активно используются при производстве молочных и опаловых стекол и в наше время.

Примечания:

1. В современном итальянском языке слово girasole (буквально — «вращающийся за Солнцем») означает растение подсолнечник. Применительно к стеклу термин girasole следует переводить как «расщепляющий солнечный свет, дающий окраску в солнечном свете».

2. Алебастровое стекло иногда называют рисовым (нем. Reisglas) из-за сходства с зернами риса.

3. «Песку 100 частей, поташа 23 части, соды 15 частей, буры 12 частей, костяной золы 30 частей, мышьяка 1 и 1/2 части» [12, с. 96].

4. Шихта богемского алебастрового стекла содержит 100 частей песку, 43 части поташа, 4 и 1/2 части селитры и 6 ч жженых костей. Алебастровое стекло можно получить и без добавления глушителя, используя избыток кремнезема. Для этого его «плавят при возможно низкой температуре и несколько раз вынимают часть сплавляемой массы, охлаждают и вновь бросают в плавильный горшок» [10, с. 96]. При этом происходит кристаллизация избыточного кремнезема в виде кварца или кристобалита.

5. Поташ 1 cwt (hundredweight, 50,8 кг), сурик 2 cwt, промытый и обожженный кварцевый песок 3 cwt, селитра 14–28 lbs (английский фунт, 1 lbs = 4,54 г), оксид марганца 4–12 oz (унция, 1 oz = 28,35 г) [13, p. 34].

6. Флюорит впервые был применен в качестве глушителя в Китае еще в XVI в.

7. Наиболее распространенный состав молочного стекла: SiO_2 64%, Al_2O_3 4,2%, ZnO 8,5%, CaO 5,6%, K_2O 1,5%, Na_2O 12,0%, F 7,3% [15, с. 3]. В некоторые составы молочного стекла, помимо фторидных глушителей, добавляли и оксид олова: песка 100 частей, соды 15 частей, полевого шпата 13 частей, флюорита 9 частей, криолита 8 частей, оксида олова 4 части [15, с. 9].

Библиография:

1. *Silverman A.* Alabaster glass: history and compositions // Journ. Amer. Ceram. Soc. 1918. V. 1. N. 4. P. 247–261.

2. *Kenneth P., Whitehouse D*. The history of Portland vase // Journ. Glass Studies. 1990. V. 32. P. 24–84.

3. *Schibille N., McKenzie J.* Glass tesserae from Hagios Polyeuktos, Constantinople: their early Byzantine affiliations // In: Neighbours and successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later 1st millenium AD. Ed. by D.Keller, J.Price, C.Jackson, Oxbow books, 2014. P. 114–127.

4. *Verita M., Toninato T.* A comparative analytical investigation on the origins of the venetian glassmaking // Rivista della stazione sperimentale del vetro. 1990. V. 20. P. 169–175.

5. *Syson L., Thornton D.* Objects of Virtue: Art in Renaissance Italy. The J.Paul Getty museum, Los Angelos, 2001. P. 192–193.

6. *Rookzby H.P.* Lead arsenate and lead phosphate in opal glasses // Journ. Soc. Glass Techn. 1939. V. 23. P. 76–81.

7. *Gratuze B.* Glass Characterization Using Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry Methods // In: Recent Advances in Laser Ablation ICP-MS for Archaeology. Editors L.Dussubieux, M.Golitko, B.Gratuze, Springer, USA, 2016. P.179–196.

8. Стекло, которым любовались. Шедевры XVI–XX веков в собрании Государственного Эрмитажа. Каталог выставки. СПб.: Государственный Эрмитаж, 2018.

9. *Thornton D., Meek A. and Gudenrath W.* Opal glass in the British Museum attributed to the Buquoy glasshouse // Glass Studies. 2015. V. 57. P. 167–182.

10. Стеклянное производство / переведено, дополнено и издано под ред. Д.Менделеева. СПб.: Издание Товарищества «Общественная польза», 1864.

11. *Kunckel J.* Ars Vitraria Experimentalis. Oder Vollkommene Glasmacher-Kunst, Frankfurt (Main), u.a. 1679.

12. Art de la Verrerie de Neri. Merret et Kunckel, Paris, 1752.

13. *Pellat A.* Curiosities of glassmaking, London, 1849.

14. *Kempner J.* Improvement in the manufacture of milk or alabaster glass. Patent US210331A.

15. *Rous W.C.* An experimental study of crystallization in opal glass. Master Thesis 4885, 1950.