

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Член-корреспондент АН СССР Н. Н. КАЧАЛОВ и В. В. ВАРГИН

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СТАРИННЫХ РУССКИХ СТЕКОЛ

Исследованию было подвергнуто 27 образцов старинных русских стекол (X—XII вв.) из раскопок М. К. Каргера, М. И. Артамонова и В. А. Богусевича. Из них 7 образцов различных смальт в виде кубиков мозаики размером от 0,2 до 0,4 см³; кантарель с остатками золота (образец 1) из раскопок Десятинной церкви (X в.) получена в Киевском Историческом музее; кубики мозаики желтого, сургучно-красного, ярко-зеленого и синего стекла (образцы 2—5) из мозаик Киевского Софийского собора (XI в.) получены от М. К. Каргера.

Кубики мозаики из стекла черного цвета (образец 6) и зеленого плохо сваренного стекла (образец 7) из стекольной мастерской, раскопанной в Киево-Печерской лавре (XI в.), получены из раскопок В. А. Богусевича (образец 7); обломок бусинки заглушенного ярко-голубого стекла (образец 8) из раскопок с. Смела, Курган 330 Бобринского (IV—V вв. до н. э.) получен в Киевском Историческом музее; бусина-пронизка заглушенного стекла бирюзового цвета (образец 9) из киевских раскопок (XI—XII вв.) М. К. Каргера; крупная позолоченная бусина (образец 10) из раскопок Волго-Донской археологической экспедиции М. И. Артамонова (X—XII вв.).

9 обломков разнообразных стеклянных браслетов. Среди широко распространенных голубого, черного, коричневого цвета, овального, круглого, трехгранного сечения гладких и витых браслетов (образцы 11—16) встречаются искусно сделанные браслеты, которые после изготовления подвергались сложной обработке. На их поверхность нанесено золото или серебро, сверху закрытое тонким слоем легкоплавкого стекла (образцы 17—19). Один образец — обломок витого браслета из очень хорошо сваренного голубого стекла (образец 11) из киевских раскопок (XI—XIII вв.) М. К. Каргера; 8 образцов — обломки различных браслетов (образцы 12—19) получены из раскопок Волго-Донской экспедиции М. И. Артамонова (X—XII вв.).

5 обломков тонкостенных и толстостенных сосудов с лепными украшениями (образцы 20—25), иногда с хорошо видными симметрично расположенными полированными гранями (образец 25); образец 20 из киевских раскопок В. В. Хвойко (X—XII вв.) получен в Киевском Историческом музее, образец 21 — из черниговских раскопок Б. А. Рыбакова получен в Московском Историческом музее, образец 22 — из стекольной мастерской, раскопанной в Киево-Печерской лавре (XI в.) В. А. Богусевичем, образцы 23—25 из раскопок Волго-Донской археологической экспедиции М. И. Артамонова (X—XII вв.).

Один образец — край круга, как мы полагаем, оконного, почти бесцветного стекла (образец 26). Судя по дуге сохранившегося борта, диаметр круга составлял около 250 мм, край очень сложно загнут, толщина стекла 1—1,5 мм. Обломок оконного стекла из раскопок близ с. Зарубинцы (XII в.) получен в Киевском Историческом музее.

Один образец — обломок неизвестного стеклянного изделия, оплавленный кусочек зеленого стекла с остатками позолоты, не покрытой стеклом (образец 27), обнаружен при раскопках стекольной мастерской в Киево-Печерской лавре (XI в.) В. А. Богусевича.

В лабораториях Ленинградского Технологического института были выполнены спектральный анализ качественного элементарного состава всех стекол и полный химический анализ некоторых из них. Анализы выполняли: А. Д. Миллер, О. Н. Сеткина, А. П. Дегтяренко и Р. П. Либина. Данные анализов приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Результаты качественного спектрального анализа элементарного состава стекол

№№ образцов	Наименование найденных элементов *	№№ образцов	Наименование найденных элементов *
1	Si Al Fe Pb Ca Mg K Na Cu Mn	14	Si Al Fe Ca Mg Na Co Ni Cu Mn Ti
2	Si Al Fe Pb Ca Mg Na Cu Ag Ti Sn	15	Si Al Fe Ca Mg Na Co Ni Cu Mn Ti
	Sb (сл.)	16	Si Al Fe Ca Mg Na Co Ni Cu Mn Ti
3	Si Al Fe Pb Ca Mg K Na Co Ni Cu Mn	17	Si Al Fe Ca Mg Na Cu Ag Au
	Ti Sn	18	Si Al Fe Ca Mg Na Cu Mn Ag
4	Si Al Fe Pb Ca Mg Na Cu Sn	19	Si Al (сл.) Fe Pb Ca Mg Na Cu Sn Au
5	Si Al Fe Pb Ca Mg Na Co Cu	20	Si Al Fe Ca Mg K Na Cu
6	Si Al Fe Pb Ca Mg Na Cu Mn	21	Si Al (сл.) Fe Pb Ca Mg (сл.) K Cu (сл.)
7	Si Al Fe Pb Ca Mg K Na Cu Mn Sn	22	Si Al Fe Pb Ca Mg K Na Cu Mn Sn
8	Si Fe Pb Ca Mg K Na Cu Ti	23	Si Al Fe Pb (сл.) Ca Mg Na Co Ni Cu
9	Si Al Fe Pb Ca Mg K Na Cu Nn Ti Au		Mn Sn (сл.) Ag (сл.)
	As	24	Si Al Fe Ca Mg Na Cu Mn Ti
10	Si Al Fe Pb Ca Mg K Na Co Cu Sn	25	Si Al Fe Ca Mg K Na Cu Mn Ti Au (сл.)
11	Si Al Fe Ca Mg Na Cu Mn	26	Si Al (сл.) Fe Pb Ca Mg (сл.) K
12	Si Al Fe Ca Mg Na Cu Mn	27	Si Al Fe Pb Ca Mg K Na Cu Mn Sn Ag
13	Si Al Fe Ca Mg Na Cu Mn Ti		Au

* Жирным шрифтом напечатаны элементы, присутствующие в стеклах в значительных количествах.

Спектральный анализ вследствие высокой его чувствительности обнаруживает элементы, присутствующие в ничтожных количествах (сотые доли процента). Многочисленность компонентов, обнаруженных в стеклах спектральным анализом, объясняется присутствием небольших количеств примесей (загрязнений).

Таблица 2

Результаты количественного химического анализа стекол (в процентах)

№№ образцов	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	PbO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	CoO	NiO	CuO	MnO	Sb ₂ O ₃	Сумма
2	28,05	1,00	нет	67,55	0,73	0,14	—	0,21	—	—	—	—	0,09	97,77
3	63,14	4,21	3,42	—	9,64	3,24	—	12,50	—	—	1,50	—	—	97,65
6	29,13	0,94	1,81	64,86	0,84	0,25	—	0,31	—	—	—	—	—	98,14
11	66,31	3,44	1,61	—	8,24	2,41	—	16,63	—	—	—	—	—	98,36
12	51,87	9,33	0,89	—	7,19	7,04	—	21,75	—	—	нет	0,05	—	98,12
14	54,18	12,77	—	—	4,33	3,27	—	23,01	0,12	сл.	0,04	0,04	—	97,76
20	60,86	3,45	0,40	—	21,86	2,71	4,74	4,45	—	—	—	—	—	98,47
22	неопр.	неопр.	2,64	не определено					—	—	—	—	—	—
26	62,00	1,45	0,40	20,61	0,83	1,49	—	10,97	—	—	—	—	—	97,75

Для изготовления браслетов, как видно из приведенных анализов, применялись стекла различных составов. Обращает на себя внимание прекрасная сохранность браслетов (образцы 12, 14), выполненных из стекла с высоким содержанием в нем окислов щелочных металлов (22—23% Na_2O) и пониженным содержанием кремнезема (52—54% SiO_2). Поверхность их не имеет обычного вида для стеклянных изделий, пролежавших в земле много лет. Она не покрыта тонкой пленкой, образовавшейся в результате разрушения поверхности под воздействием атмосферных агентов, а представляется совершенно гладкой и блестящей, сохранившей фактуру так называемой огневой полировки. Изделия эти имеют вид только что изготовленных.

Высокая химическая устойчивость этих стекол объясняется, повидимому, главным образом содержанием большого количества глинозема (10—12% Al_2O_3), а также отчасти повышенным содержанием окиси магния (до 7% MgO).

Использование стекол подобного типа в настоящее время может представлять интерес в случае необходимости работы на местных глиноземистых песках.

Мы намерены в ближайшем будущем провести предварительные лабораторные испытания для более детального ознакомления со свойствами таких стекол.

Интересно также, что произведенный нами полный химический анализ одного из имевшихся в нашем распоряжении сосудов (образец 20) показал, что для его изготовления было применено очень тугоплавкое и так называемое «короткое» стекло, т. е. стекло, обладающее узким температурным интервалом размягчения. Стекло содержит около 25% окислов кальция и магния. То же самое в значительной степени можно сказать и об образце оконного стекла (образец 26), которое по своему составу близко к современному свинцовому хрусталу, но более тугоплавкое, так как содержит меньше щелочных окислов и больше кремнезема.

Выработка изделий из таких стекол связана с большими трудностями. Можно сделать вывод, что киевские стекловары располагали достаточно высокой техникой как в области получения необходимых высоких температур при плавке стекла, так и в части формирования из очень вязкой быстро застывающей стекломассы.

Наряду с указанными стеклами необычных для нас составов мы встретились со стеклами (образец 11), аналогичными современным оконным и бутылочным. Наибольшее количество исследованных нами образцов относилось к так называемым смальтам, т. е. цветным заглущенным стеклам, применяющимся в мозаике. Смальты X—XII вв. (образцы 2, 3, 6) по своему составу аналогичны современным смальтам. Большинство из них содержит много окиси свинца (до 68% PbO) и мало окислов щелочных металлов. Медная смальта (образец 3) соответствует современным авентуриновым стеклам, также применяемым для мозаичных работ. Крайне интересно, что образец смальты черного цвета (образец 6) из стекольной мастерской, раскопанной в Киево-Печерской лавре, настолько близок по своему составу к одному из образцов смальты яркого желтого цвета (образец 2), извлеченному из мозаики Киевского Софийского собора, что наблюдающиеся ничтожные расхождения не превосходят тех колебаний, которые неизбежны при повторных варках стекол одного и того же состава.

Несомненно, что в стекольной мастерской, раскопанной в Киево-Печерской лавре, варилось сначала основное стекло, которое затем окрашивалось различными красителями для получения цветных смальт, применявшихся для мозаик Софийского собора. Для окраски исследованных стекол применялись соединения кобальта, меди, железа, марганца, никеля, серебра, сурьмянокислый свинец. Минимальное содержание

окислов железа в неокрашенных стеклах составляет 0,4%. Значительное содержание в стеклах окиси магния объясняется, повидимому, характером местного сырья, применявшегося для стекловарения.

На основании проведенного исследования с несомненностью подтверждается, что в Киеве в домонгольский период существовало стекольное производство. Техника этого производства как в части варки, так и выработки стояла на достаточно высоком уровне. Среди различных стеклянных изделий несомненно производились и мозаичные смальты, которые использовались для создания замечательных мозаичных памятников древнего Киева.

Поступило
14 IV 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. В. Хвойко, Древние обитатели Среднего Приднепровья и их культура в доисторические времена, Киев, 1913, стр. 63—71. ² Б. А. Рыбаков, Ремесло древней Руси, М., 1948, стр. 374—400. ³ М. А. Безбородов, ДАН, 74, № 4 (1950).