

Т. С. ДОЩАНОВА

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИХ, СЕМИРЕЧЕНСКИХ И СРЕДНЕАЗИАТСКИХ СТЕКОЛ

Определение химического состава стеклянных изделий имеет важное значение для главных и второстепенных элементов. Образцы взяты из трех историко-географических областей:

1. Южный Казахстан: отрарский оазис городище Отрар и Куйрук-тобе.

2. Юго-Восточное Семиречье: город Тараз.

3. Северо-Западное Семиречье: городища Талгар и Койлык.

Химический состав содержит в себе информацию, которая существенно дополняет сведения о технологии варки стекла и его производстве. Специфические особенности химического состава стекла заключаются в том, что в нем отражается состав исходного стеклообразующего сырья, технологических добавок, использованных для придания ему заданных свойств¹.

Были проведены химические исследования южноказахстанских стекол из Отрара, Куйрук-тобе, юго-западного Семиречья Тараза и городов северо-восточного Семиречья: Талгара и Койлыка. Были взяты по 5–7 образцов с каждого городища.

Проведен количественный химический анализ, а также использован спектрографический

метод для определения микроэлементного состава. Поверхность многих образцов была покрыта слоем иризации и патины. Перед исследованием слой был снят. Методом спектрального анализа установлено присутствие почти во всех стеклах 9 микроэлементов: Ni – никеля, Co – кобальта, Cu – меди, Cr – хрома, V – ванадия, Mo – молибдена, Zr – циркония, Pb – свинца, Sr – стронция, Ba – бария.

Отметим, что барий и стронций в заметном количестве встречаются во всех среднеазиатских стеклах и щелочных глазурах. Постоянное их присутствие в стеклах разных регионов и возрастов является локальной особенностью всех среднеазиатских стекол². Что касается южноказахстанских и семиреченских стекол по результатам спектрального анализа видно, что барий и стронций также присутствуют в образцах. Сравнение данных показало, что содержание этих элементов выше в стеклах из Отрара, Куйрук-тобе, Тараза, Талгара и Койлыка, чем средние составы среднеазиатских стекол.

Результаты спектрального анализа образцов (табл. 1).

| Место нахождения | Cu | Pb | Ni | Co | V | Cr | Mo | Ba | Sr |
|------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|
| 1. Отрар | 0,01 | 0,003 | 0,002 | 0,003 | 0,05 | 0,001 | 0,0001 | 0,01 | 0,05 |
| 2. Куйрук-тобе | 0,01 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,075 | 0,002 | 0,00015 | 0,015 | 0,1 |
| 3. Тараз | 0,01 | 0,0035 | 0,005 | 0,003 | 0,075 | 0,015 | 0,00015 | 0,015 | 0,07 |
| 4. Талгар | 0,015 | 0,003 | 0,003 | 0,005 | 0,07 | 0,015 | 0,0001 | 0,01 | 0,1 |
| 5. Коялык | 0,01 | 0,005 | 0,002 | 0,002 | 0,075 | 0,015 | 0,00015 | 0,01 | 0,075 |
| 6. Коялык | 0,015 | 0,005 | 0,002 | 0,003 | 0,07 | 0,01 | 0,0001 | 0,035 | 0,07 |

Как видно из количественного анализа, шесть компонентов SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, K₂O, Na₂O составляют основную массу вещества во всех образцах, и по удельному весу занимают в среднем 94,8% в северо-восточном Семиречье и 98,11%, в южноказахстанских, 98,21% Тараз.

Остальные элементы присутствуют в малых количествах.

Химический тип определялся по набору составных частей, содержание которых превосходило 3%. Следовательно, исходя из стеклообразующей основы всех фрагментов, их можно

¹ Галибин В.А. Состав стекла как археологический источник. СПб., 2001. С. 261.

² Абдуразаков А.А., Безбородов М.А. Средневековые стекла Средней Азии. Изд-во «Фан» Узбекской ССР. Ташкент, 1966. С. 102-103.

относит к химическому типу, K_2O , CaO , MgO , Al_2O_3 , SiO_2 (Na, K, Ca, Mg, Al, SiO_2), к которому относится преобладающая часть исследованных средневековых стекол Средней Азии в домонгольский период.

Стекла из Тараза, Отрара, Куйрук-тобе по составу сходны как между собой, так и с другими среднеазиатскими стеклами. Наблюдается некоторое подобие составов стекол Тараза и Кулдор-тепе. Количественное содержание компонентов в них почти одинаковое³. Средние значения компонентов в стеклах Тараза ближе к таковым из Афрасиаба, от которых они немного отличаются повышенным содержанием окиси магния (6,41%) и пониженным содержанием окиси натрия Na_2O (13,62%).

Кроме главных и второстепенных окислов спектрографическим анализом установлено наличие следующих микроэлементов: Cu – медь, Pb – свинец, Ni – никель, Co – кобальт, V – ванадий, Cr – хром, Mo – молибден, Ba – барий, Sr – стронций. Свинец Pb присутствует во всех образцах, представляющих города южного Казах-

стана и Семиречья. Что касается среднеазиатских стекол, то свинец не наблюдается в составе стекол Новой Нисы, Афрасиаба и памятников Бухарского оазиса и Ферганы⁴.

Рассматривая особенности южно-казахстанских и семиреченских стекол по отношению к щелочным компонентам окиси натрия и окиси калия, видно, что они имеют разные показатели: наименьшее соотношение 2,79 для Тараза, Отрара и Куйрук-тобе. Койлыкские и талгарские имеют среднее соотношение 6:1. Для подавляющего большинства среднеазиатских стекол характерное соотношение $Na_2O : K_2O$ в пределах 2,5:6,3.

Исследования показали, что состав стекол из южного Казахстана и Семиречья ближе к узгенским и андижанским стеклам, чем афрасиабским. Присутствие специфических для средней Азии микроэлементов бария и стронция указывает на их местное происхождение. Средние показатели микроэлементов бария и стронция в Южно-казахстанских и семиреченских городах несколько выше и может считаться показателем и доказательством местного производства.

Таблица 2. Результаты химического анализа проб

| Городища | Содержание элементов, % | | | | | | |
|-------------|-------------------------|-----------|---------|--------|-------|-------|-----------|
| | SiO_2 | Al_2O_3 | Na_2O | K_2O | CaO | MgO | Fe_2O_3 |
| Коялык | 55,91 | 3,25 | 15,11 | 3,25 | 5,83 | 3,55 | – |
| Коялык | 53,07 | 3,15 | 12,44 | 3,00 | 6,28 | 2,88 | – |
| Талгар | 57,22 | 2,00 | 11,47 | 3,25 | 8,52 | 1,29 | – |
| Талгар | 58,40 | 3,68 | 11,60 | 3,00 | 7,62 | 0,97 | – |
| Отрар | 63,00 | 3,78 | 14,48 | 5,11 | 8,40 | 7,57 | 0,90 |
| Куйрук-тобе | 60,33 | 2,52 | 12,93 | 4,48 | 7,00 | 4,67 | 0,82 |
| Тараз | 61,74 | 2,96 | 13,62 | 4,88 | 7,95 | 6,41 | 0,65 |

Содержание SiO_2 больше всего характерно для городов южного Казахстана. Средний показатель – 61,69%, в городах северо-восточного Семиречья средний показатель 56,14%.

Средние значения кремнезема в стеклах Средней Азии находятся в пределах 57,43–68,51%. По содержанию SiO_2 близки к друг другу стекла Южного Казахстана и Южной Туркмении, Самарканда и Ферганы.

Суммарное количество окиси кремния и глинозема SiO_2, Al_2O_3 южно-казахстанских составляет: 66,78 %, Северо-Восточного Семиречья 59,38%, Юго-Западного Семиречья 64,7%.

Суммарное содержание щелочных окислов K_2O, Na_2O южноказахстанских составляет: 18,5%, Северо-Восточного Семиречья 16,2%, Юго-Западного Семиречья 18,5%.

³ Абдуразаков А.А., Безбородов М.А. Средневековые стекла Средней Азии. Изд-во «Фан» Узбекской ССР. Ташкент, 1966. С. 86.

⁴ Абдуразаков А.А., Безбородов М.А. Средневековые стекла Средней Азии. Ташкент: Изд-во «Фан» Уз. ССР, 1966. С. 101, 102.

Таблица 3. Средние химические составы Средней Азии по историко-географическим областям (VIII–XIII вв.)

| Окисел | Хорезм | Ташкентский оазис | Самарканд | Фергана | Южный Таджикистан | Бухарский оазис | Южный Казахстан |
|--------------------------------|--------|-------------------|-----------|---------|-------------------|-----------------|-----------------|
| SiO ₂ | 68,44 | 59,67 | 63,07 | 63,50 | 67,47 | 59,22 | 61,74 |
| Al ₂ O ₃ | 1,95 | 4,72 | 2,85 | 4,20 | 1,48 | 4,75 | 2,96 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,18 | 1,22 | 0,90 | 1,18 | 0,83 | 1,00 | 0,65 |
| CaO | 6,76 | 8,02 | 7,83 | 6,73 | 7,52 | 8,18 | 7,95 |
| MgO | 4,84 | 4,77 | 4,38 | 4,74 | 4,85 | 5,64 | 6,41 |
| SO ₃ | 0,17 | 0,25 | 0,63 | – | 0,06 | 0,39 | 0,34 |
| Mn ₂ O ₃ | 0,08 | 0,71 | 0,71 | 1,04 | 0,56 | 1,00 | 0,58 |
| K ₂ O | 3,94 | 3,99 | 4,07 | 2,35 | 2,42 | 4,41 | 4,88 |
| Na ₂ O | 12,85 | 15,56 | 15,20 | 15,67 | 14,89 | 13,84 | 13,62 |
| Сумма щелочей | 16,79 | 19,55 | 19,27 | 18,02 | 17,31 | 18,25 | 18,50 |
| Сумма кремнезема и глинозема | 70,39 | 64,29 | 65,92 | 67,70 | 68,95 | 63,97 | 64,70 |

Как известно, скорость получения стеклообразного расплава без учета скорости растворения зерен песка в нем характеризуется функцией химического состава стекла ϕ , определяемой по формуле М. Вольфа⁵. Расчет ϕ , как функции отношения тугоплавких компонентов к легкоплавким для стекол, содержащих K₂O, Na₂O, SiO₂, Al₂O₃, производится по формуле:

$$\tau = \frac{Al_2O_3 + SiO_2}{Na_2O + K_2O}.$$

По указанной формуле подсчитаны значения ϕ . В результате подсчетов были определены следующие показатели:

| | |
|---|-------------|
| Южно-казахстанских составляет Отрар, Куйрук-тобе | ϕ 3,8 |
| Северо-восточного Семиречья Талгар, Коялык | ϕ 3,6 |
| Юго-западного Семиречья Тараз | ϕ 3,49 |

Следовательно, для казахстанских стекол значения ϕ находится в пределах 3,49–3,8, что относит их к группе «легкоплавких», так как данные значения не превышают 3,9 по классификации М. Вольфа.

Отметим также выявленную локальную особенность химического состава образцов из Талгара и Коялыка – пониженное содержание SiO₂, не превышающее 55%.

По результатам химических анализов можно сделать следующие выводы. В силу отсутствия в ходе археологических раскопок обнаруженной технологической инфраструктуры (конструкции стеклоделательных печей, инструментов, форм), а также прямых исторических источников, напрямую указывающих на существование стекольного производства, методы спектрального и количественного анализа являются объективными средствами, доказывающими присутствие данного ремесла в рассматриваемых регионах.

Определен химический тип K₂O, Na₂O, CaO, MgO, Al₂O₃, SiO₂ (Na, K, Ca, Mg, Al SiO₂), к которому относится преобладающая часть исследованных среднеазиатских стекол.

Опыт древних стеклоделов позволял им подбирать растения, зола которых содержала щелочные K₂O, Na₂O и щелочно-земельные элементы CaO, MgO и при сравнительно небольшой температуре такая зола была способна образовывать с песком стеклообразное вещество. Образцы стекла показывают, что они относятся к группе «легкоплавких».

⁵ Абдуразаков А.А., Безбородов М.А. Средневековые стекла Средней Азии. Ташкент: Изд-во «Фан» Уз. ССР, 1966. С. 121, 122.

– в керамической коллекции Коскудука 2 преобладают сосуды хвалынского типа – более 60 % против 25 % подобной керамики, найденной на поселении Коскудук 1;

– в коллекции украшений появляется новый тип бус, изготовленных из мелких округлых каменных плиток.

Эти отличия, учитывая соседство расположения поселений, вероятно, носят стадийно-хронологический характер. Если появление керамики хвалынского типа в материалах поселения Коскудук 1 рассматривается как инокультурная примесь периода контакта местного оюклинского населения и мигрантов из Северного Прикаспия⁹ то на поселении Коскудук 2 ее бытование является основополагающим элементом керамического комплекса, внедрившимся в материальную культуру позднеоюклинского населения. Это наблюдение позволяет определить

относительную датировку поселения Коскудук 2 концом 4 тыс. до н. э.

Значение памятника. Поселение Коскудук 2 отражает важный этап в истории местного населения – становление основ производящей экономики – скотоводства. Археологическая культура Коскудук 2 обладает признаками реминисцентного характера, показывая сращивание местных и пришлых культурно-хозяйственных традиций, на базе которых формируется новый устойчивый тип. Памятник генетически связан с соседним поселением Коскудук 1.

Резюме

Қосқұдық-2 неолит кезеңінің тұрағына жүргізілген зерттеулердегі материалдар жарияланды.

Summary

Archaeological materials the results of researches which was carried out on the site of Neolithic Epoch Koskuduk-2 are published in the article.

⁹ *Астафьев А.Е.* 2006. Поселение Коскудук 1 – памятник финального этапа оюклинской культуры Восточного Прикаспия // Вопросы археологии Поволжья. Самара, Вып.4. С.161-185; *Астафьев А.Е., Баландина Г.В.* 1998. Энеолитические памятники хвалынского типа полуострова Мангышлак (К вопросу о генезисе хвалынской культуры) // Проблемы древней истории Северного Прикаспия. Самара. С. 129-159.