

**ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ МЕТОДЫ В ИЗУЧЕНИИ
ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ**

УДК 904, 736.3, 638.171.8, 543.5, 543.42, 543.442.2

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА АНТИЧНОЙ
КЕРАМИКИ ИЗ КНИДА И КОСА: УТОЧНЕНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ**

© 2021 г. А. В. Мандрыкина¹, В. Б. Кварталов², Е. В. Кузнецова³,
С. Ю. Монахов^{3,*}, Е. Ю. Терещенко^{1,2,**}, О. А. Алексеева²

¹ *Национальный исследовательский центр “Курчатовский институт”, Москва, Россия*

² *Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова ФНИЦ “Кристаллография и фотоника” РАН, Москва, Россия*

³ *Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия*

**E-mail: monachsj@mail.ru*

***E-mail: elenatereschenko@yandex.ru*

Поступила в редакцию 07.06.2021 г.

После доработки 07.06.2021 г.

Принята к публикации 17.06.2021 г.

Выполнен анализ основного и микропримесного элементного состава фрагментов античных амфор, имеющих характерные черты, и клейма производительных центров Книда и Коса. Выявлены различия для групп образцов из Коса и Книда по содержанию кремния и железа, в частности повышенное содержание кварцевого песка в глине амфор производства Коса и использование в книдских изделиях глины с повышенным содержанием железа, которые можно рассматривать как свидетельство разных технологических особенностей. Статистический анализ показал стратификацию образцов по основным элементам и примесям (Al, Si, Ca, Mg, Fe, K, Ti) на три группы – косскую и две группы книдских образцов, соответствующих островному (Кос) и материковому (Книд) происхождению образцов.

DOI: 10.1134/S1992722321050174

ВВЕДЕНИЕ

О существовании собственной керамической тары в двух прославленных винодельческих центрах Книде и Косе было известно более ста лет назад. Еще в середине XIX в. из общей массы керамических клейм начали выделять штампы с этниконом Книда, а в начале XX в. предложили относить двустольные ручки к амфорам Коса. Долгое время считалось, что масштабное производство вина амфор приходилось на эллинистическую эпоху. В настоящее время благодаря археологическим исследованиям на территории полисов достоверно установлено, что виноделие и, соответственно, амфорное производство, существовало здесь и в более раннее время. Однако в результате этих работ, в том числе в найденных амфорных мастерских, не было обнаружено целых сосудов, что затрудняло их идентификацию.

Несколько лет назад на основе материалов северопричерноморских памятников в [1, с. 101–110; 2, с. 19] с учетом морфологических особенностей и наличия клейм предложена типология косских и книдских амфор, в том числе для IV столетия. Вместе с тем остались некоторые сомнения в принадлежности отдельных амфор, включенных

в типологические схемы, к конкретным центрам. Имеются в виду сосуды, чьи морфологические особенности не совсем типичны для основной массы амфор. Это в равной степени относится к обоим центрам. Кроме того, значительные сомнения вызывает тара первых трех четвертей IV столетия, в первую очередь, из-за большой редкости клейм в это время. Также много вопросов вызывало отнесение к косской таре амфор с одноствольными ручками.

Географическая близость полисов также рождает справедливый вопрос – насколько надежна локализация сосудов, проведенная на основании морфологических особенностей.

Помочь разобраться в этой ситуации может лишь сравнительный анализ глиняного теста, который и являлся целью данной работы. При изучении состава фрагментов античных амфор использовали сочетание интегральных и локальных методов анализа элементного, фазового и морфологического состава, ранее показавших свою эффективность в изучении керамических объектов культурного наследия [3–5].

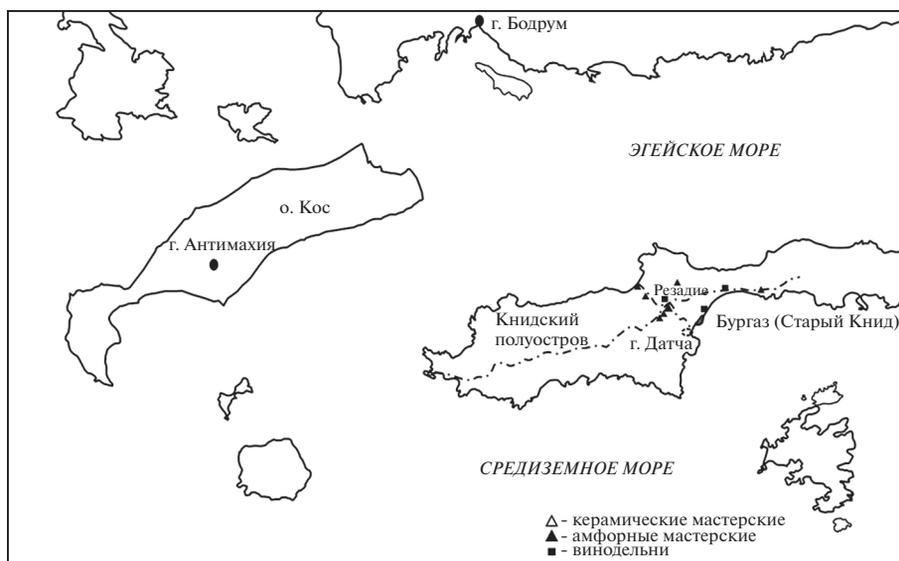


Рис. 1. Расположение мастерских на Книдском полуострове и острове Кос [6].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования стали фрагменты античных амфор, в том числе с клеймами, соотносимыми с производственными центрами средиземноморского бассейна Коса и Книды (рис. 1–3, табл. 1, 2). Было отобрано 28 образцов сосудов, атрибутируемых как книдские (образцы 17кн–20кн, 22кн, 22-б кн, 22-в кн, 55кн, 84кн, 90кн, 128кн–137кн, 143кн, 144кн, 157кн, 166кн, 168кн, 219кн–221кн), и 16 образцов от амфор, идентифицируемых как произведенные на острове Кос (образцы 23к, 24к, 24-б к, 25к, 62к, 89к, 139к, 140к–142к, 154к, 164к, 167к, 172к, 176к, 177к). Образцы датируются второй четвертью IV–II вв. до н.э.

Сосуды книдского производства. К книдскому производству относятся целые и фрагментированные сосуды и сколы с нескольких клейм (табл. 1, 2, рис. 2). Наиболее ранней в выборке является амфора так называемого “елизаветовского” варианта из погребения № 224 Прикубанского могильника (образец 220кн) 360–350-х гг. до н.э. [7]. Чуть более поздним временем (340–330-ми гг. до н.э.) датируются амфоры “херсонесского” варианта из погребений № 353 (образец 168кн) и № 105 (образец 166кн) того же могильника. Очень важно, что были проанализированы образцы с клейменых экземпляров. Так, образец 55кн представляет собой горло амфоры того же самого “херсонесского” варианта [1, с. 103–104] с монограммным клеймом ПАΘ или АΠΟ (рис. 2). Еще один образец 90кн был взят с фрагмента сосуда с точно таким же клеймом (рис. 2), но с иной профилировкой венца, что автоматически относит его к иному типу тары [1, с. 104]. Еще два образца взяты с книдских клейм: образец 22-в кн –

с клейма с “пророй” последней четверти IV–начала III вв. до н.э. (табл. 2), образец 22-б кн – с клейма начала II в. до н.э. [8, с. 564], содержащим этникон (табл. 2).

Большой интерес представляет образец 221кн с довольно редкой амфоры, чье изготовление в Книде вызывает некоторые вопросы. При общей морфологической близости с традиционными книдскими экземплярами сосуд отличается своеобразной формой ножки (рис. 2). При этом тулово сосуда очень крупное, горло короткое, а венец отличается меньшей массивностью. Подобные венцы известны из раскопок на Книдском полуострове и характерны для сосудов последней трети IV в. до н.э. [9, с. 162]. Однако в материалах Северного Причерноморья подобные амфоры встречаются крайне редко. К сожалению, в музее не сохранилась информация о месте находки данного сосуда.

Несколько образцов выборки (17кн, 18кн, 19кн, 20кн, 219кн) принадлежат сосудам “пифонидного” варианта последней трети IV–самого начала III вв. до н.э. К сожалению, забор 11 образцов глин (129кн–137кн, 143кн, 144кн) провели не совсем корректно и все, что о них можем сказать, что они были взяты с книдских клейм, содержащих этникон и датирующихся в широком диапазоне III в. до н.э. Вместе с тем они могут выступать как эталонные образцы, так как нет сомнений в их принадлежности книдскому производству. Самые поздние экземпляры представлены клейменными сосудами середины III в. до н.э. (образец 84кн) и самым началом II в. до н.э. (образцы 22-б кн и 157кн).

Амфоры Коса. Что касается образцов глин с амфор Коса (рис. 3), то самыми ранними среди них

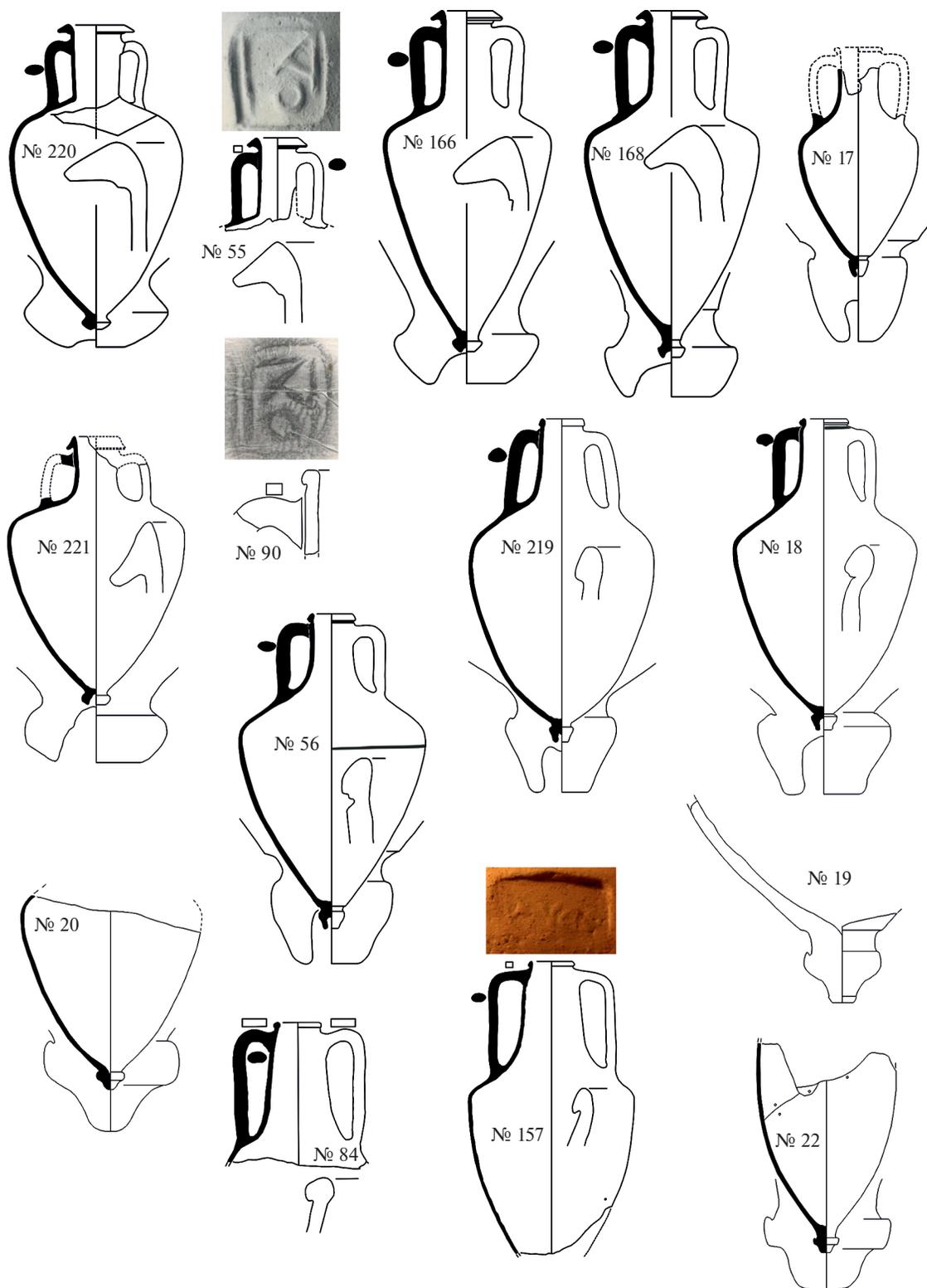


Рис. 2. Книдские амфоры № 17кн–20кн, 22кн, 55кн, 84кн, 90кн, 157кн, 166кн, 168кн, 219кн, 220кн.

являются амфоры раннего варианта I–A второй–третьей четвертей IV в. до н.э. из погребений № 402 (образец 167к) и № 103 (образец 177к) При-

кубанского некрополя, погребения № 37 западного могильника Старокорсунского городища № 2 (образец 176к). К более позднему времени от-

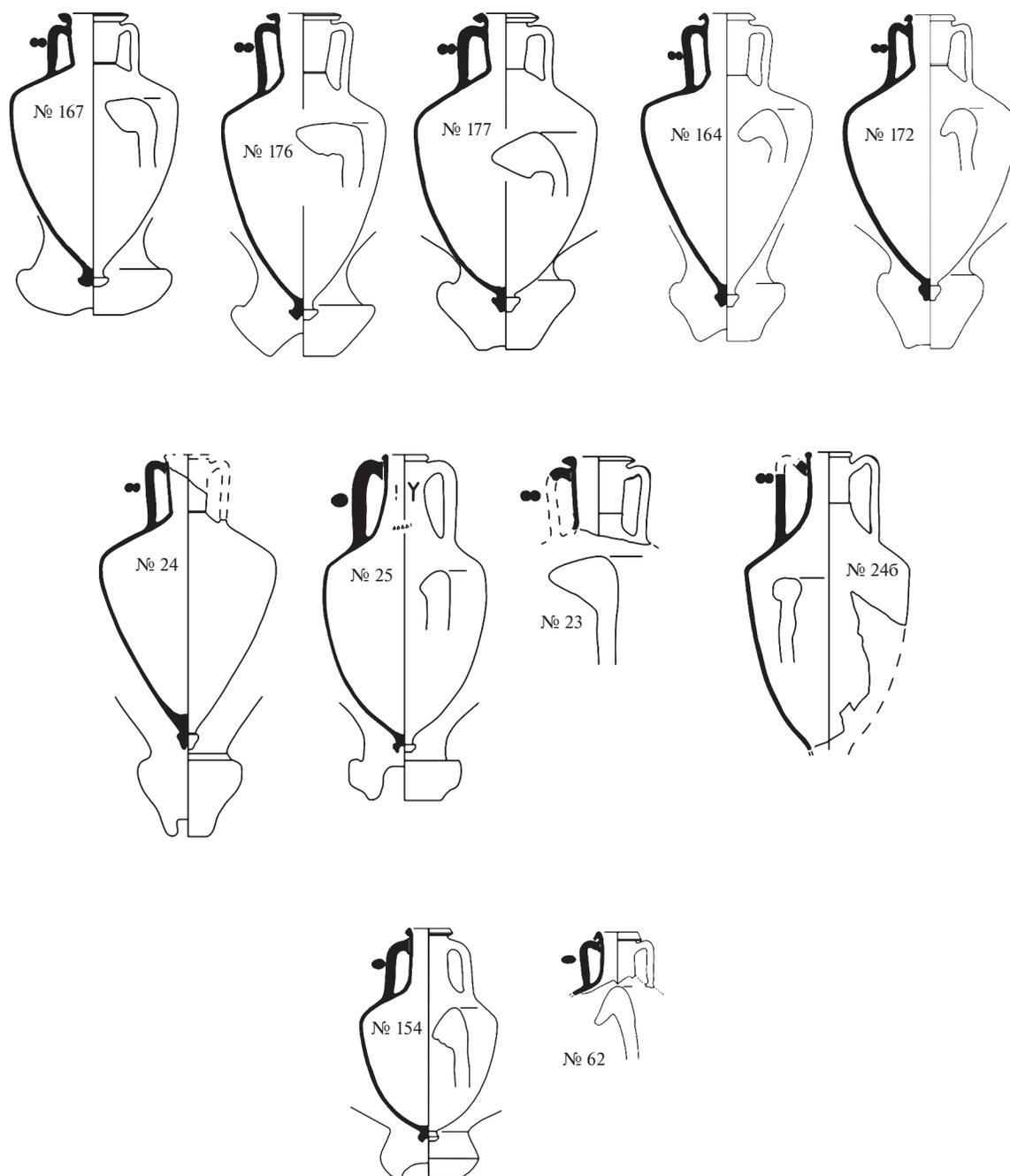


Рис. 3. Косские амфоры № 23к, 24к, 246к, 25к, 62к, 154к, 164к, 167к, 172к, 176к, 177к.

носятся образцы 23к, 24к, 62к, 154к, 164к, 172к (их подробное описание приведено в [2]). Два образца – 62к и 154к, имеют морфологические особенности, не совсем типичные для основной массы сосудов, что вызывает некоторые сомнения в принадлежности этих амфор к косскому производству. В выборке присутствуют два образца, взятых с косских клейм – 89к и 141к (табл. 2). Хронология клейм этого центра разработана довольно плохо, и данные экземпляры могут быть

датированы очень широко – III–II вв. до н.э. Еще три образца (139к, 140к, 142к) были взяты с двустольных клейменных ручек амфор Коса. К сожалению, другой информацией о них не располагаем и можем их широко датировать III в. до н.э.

Элементный анализ основного состава керамики проводили методом растровой электронной микроскопии с энергодисперсионным рентгеновским анализом (РЭМ/ЭРМ). Измерения выполняли на растровых электронно-ионных мик-

Таблица 1. Метрические параметры амфор, с которых отобраны образцы глин, с указанием хронологии

Об-разец	Происхождение	Место хранения	Линейные размеры, мм						Дата, до н.э.
			H	H ₀	H ₁	H ₃	D	d ₁	
Амфоры Книда (рис. 2)									
220кн	Прикубанский могильник, погребение 224(26)	КМ № 11600/810	~720	~645	~300	~170	~395	175	360–350 гг.
55кн	Героевка-86, полевая опись п.о. 24	Керчь?				220		172	335–300 гг.
166кн	Прикубанский могильник, погребение 105(11)	КМ № 11570/734	806	760	320	~210	400	170	350–325 гг.
168кн	Прикубанский могильник, погребение 353(2)	КМ № 11600/1983	818	743	335	~200	413	168	350–325 гг.
221кн	Возможно, хутор Ленина	КМ без номера	634	598	250	~145	420	~140	335–300 гг.
17кн	Ольвия, 1989	ОЗ, Ол.89/134	сохр. 493				282		335–300 гг.
219кн	Прикубанский могильник, погребение 103(11)	КМ № 11570/709	764	712	350	~175	440	108	335–300 гг.
18кн	Горгиппия, 1981, погребение 25	ААМ № 7065/8	734	680	315	~165	438	114	335–300 гг.
20кн	Горгиппия, 1981, погребение 25, оп. 66	ААМ, б/н	сохр. 410				430		335–300 гг.
84кн	Херсонес	ГКИМЗ ХТ	сохр.345					~113	250–225 гг.
22кн	Тарханкутская экспедиция 1987, Большой Кафель ТЭ-87, БК/28		сохр.480				330		200–150 гг.
157кн	Таманская археологическая экспедиция ТАЭ-96, Тузла, некрополь, о. 8	КМ № 10565/28	сохр.690		330	~260	392	110	200–170 гг.
Амфоры Коса (рис. 3)									
167к	Прикубанский могильник, погребение 402(2)	КМ № 11600/2332	690	645	240	~125	422	176	375–345 гг.
176к	Кубанская археологическая экспедиция, Старокорсунское городище № 2, западный могильник, раскоп V, погребение 356з КАЭ-96, Ст.-Корс. гор. № 2, Зап. мог., р. V, п. 356з (1)	КМ № 10566/95	774	720	300	150	416	188	350–325 гг.
177к	Прикубанский могильник, погребение 103(12)	КМ № 11570/710	754	692	300	~140	466	168	350–325 гг.
164к	Прикубанский могильник, погребение 335(10)	КМ № 11600/1841а	740	686	280	~160	436	144	325–300 гг.
172к	Прикубанский могильник, погребение 65(68)	КМ № 11570/391	718	664	290	~124	444	128	320–280 гг.
24к	Горгиппия-81, погребение 25, оп. 62	ААМ № 10933/62	сохр.713	~660		~185	446		325–300 гг.
25к	Тарханкутская экспедиция, 1979 г., усадьба 7/2, опись 2/80ТЭ-79, У7/2, оп. 2/80		750	710	355	200	415	~118	300–275 гг.
62к	Усадьба на наделе № 26	ГКИМЗ ХТ № 5/36461	сохр.170			125		125	300–275 гг.
23к	Горгиппия-79, Зап., п. 11, яма	ААМ(?)	сохр. 220			175		184	300–250 гг.
24-б к	Тарханкутская экспедиция 1987, Большой Кафель 21, опись 109/2ТЭ-87, БК/21, оп. 109/2		сохр.750		300	165	422	118	200–150 гг.
154к	Мирмекий, некрополь, могильник 66	ГЭ, МН.53-10	536	500	245	140	347	118	325–275 гг.

Примечание. КМ – Краснодарский музей, ОЗ – Ольвийский заповедник, ААМ – Анапский археологический музей, ГКИМЗТ ХТ – государственный историко-культурный музей-заповедник “Херсонес Таврический”, ГЭ – Государственный Эрмитаж, МН – Мирмекий, некрополь, КИМ – Киевский исторический музей, СГУ – Саратовский государственный университет, ИАКН – Институт археологии и культурного наследия.

Таблица 2. Легенды клейм, с которых взяты образцы глин, с указанием хронологии

Об-разец	Происхождение	Место хранения, инвентарный №	Клеймо	Легенда	Дата, до н.э.
Клейма Книда					
22в кн		ГКИМЗ ХТ, № 120/36466		“Нос корабля”, ПΑΣΙΚΡΑ	3/3 IV в. до н.э.
128кн		ГКИМЗ ХТ, 134/36466		“Нос корабля”	3/3 IV в. до н.э.
55кн	Героевка, 1986, полевая опись п.о. 24			ΠΑΘ	3/3 IV в. до н.э.
90кн	Ольвия	КИМ, № 63-1252, Ол. 36/190		ΠΑΘ	3/3 IV в. до н.э.
157кн	Таманская археологическая экспедиция ТАЭ-96, мыс Тузла, некрополь, объект о. 8	КМ, № 10565/28		фабрикант Нисий (восстановление Н.В. Ефремова)	начало II в. до н.э.
22-б кн	Тарханкутская экспедиция, 1987, Большой Кафель, Двор 8 ТЭ-87, БК/Дв 8			ΕΠΙΑΣΚΛΗΠΙ ΟΔΩΡΟΥ ΘΕ ΥΔΑΜΟΥ ΚΝ ΙΔΙΟΝ	начало II в. до н.э.

Клейма Коса

89к	“Таманский толос”	СГУ, № ИАКН А-4		ΑΠΟΛΛΑ	III–II вв. до н.э.
141к		ГКИМЗ ХТ, № 40/36578		Круглое, эмблема “креб” (?)	III–II вв. до н.э.

Примечание. КМ – Краснодарский музей, ГКИМЗТ ХТ – государственный историко-культурный музей-заповедник “Херсонес Таврический”, КИМ – Киевский исторический музей, СГУ – Саратовский государственный университет.

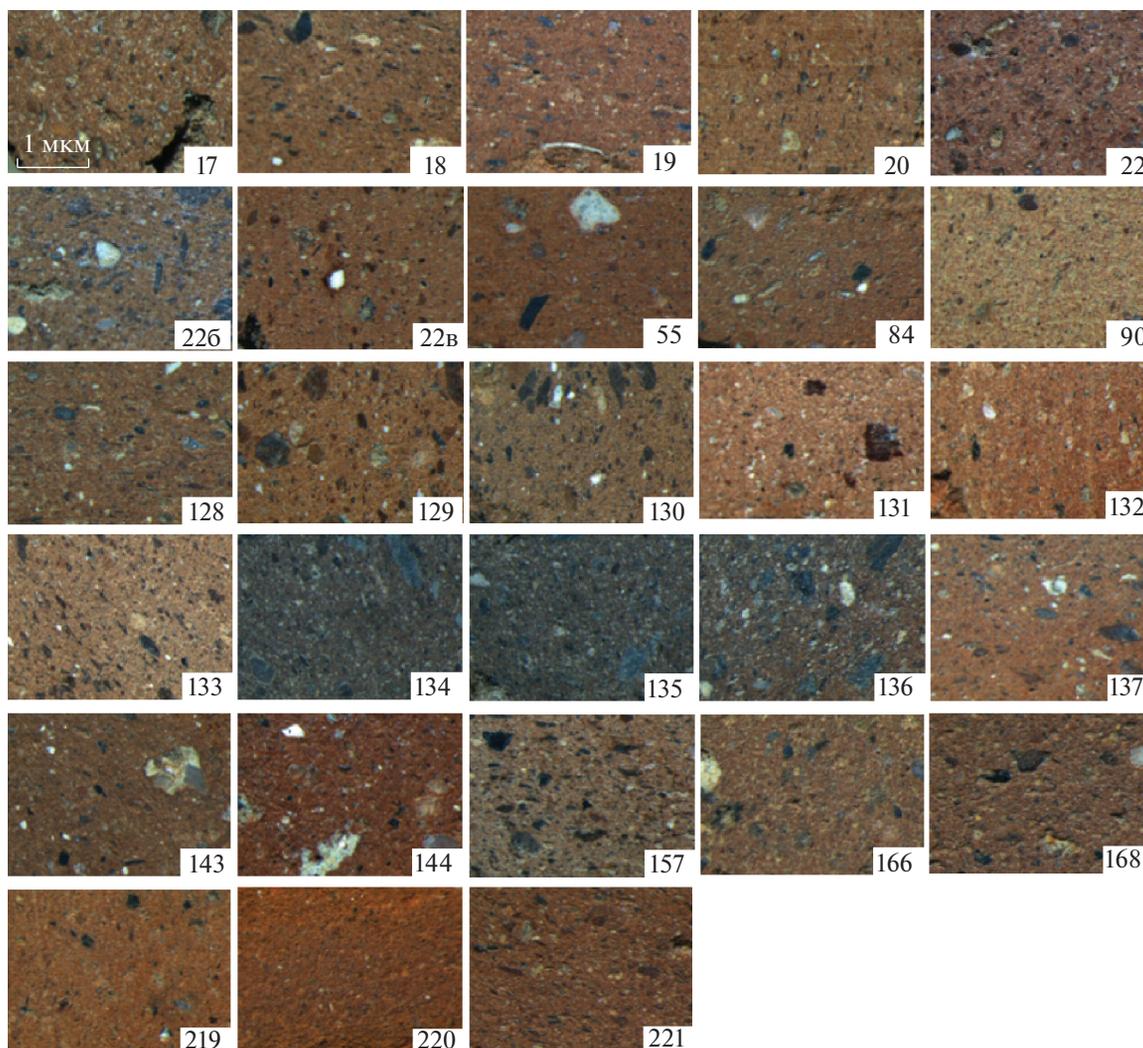


Рис. 4. Оптические фото шлифов образцов Книда.

роскопах Versa 3D и Quanta 3D (ThermoFisherScientific, США) при ускоряющем напряжении 30 кВ в условиях низкого вакуума (30–70 Па) для исключения накопления статического электричества. Поскольку суммарное содержание обнаруженных элементов приводится к 100%, полученные результаты рассматриваются как полуколичественные. Чувствительность метода – 0.1–0.5 мас. %. Для исключения влияния многочисленных включений на данные о составе керамической основы измерения РЭМ/ЭРМ выполняли в трех–пяти областях глиняной основы без включений. Полученные данные о составе усредняли. Пробоподготовка для проведения корректного элементного анализа методом РЭМ/ЭРМ предполагала изготовление шлифов образцов, поскольку наличие неровностей поверхности приводит к искажениям при определении концентрации элементов.

Содержание микро- и следовых примесей в составе керамики определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (МС-ИСП). Пробоподготовку образцов – растворение до концентрации основы 0.1 г/л – осуществляли по протоколу, описанному в [4]. Измерения выполняли на масс-спектрометре iCapQ-c (ThermoScientific, США), содержание элементов регистрировали по наиболее распространенным изотопам определяемых элементов, свободных от изобарных наложений. Использование мультиэлементных стандартов High-Purity Standards A (48 элементов) и B (13 элементов) позволило определить абсолютные значения содержания около 50 элементов в концентрации вплоть до 10^{-10} – 10^{-12} мас. %, за исключением газообразующих элементов. Корректировку полиатомных наложений выполняли с использованием реакционно-столкновительной ячейки (He/H).

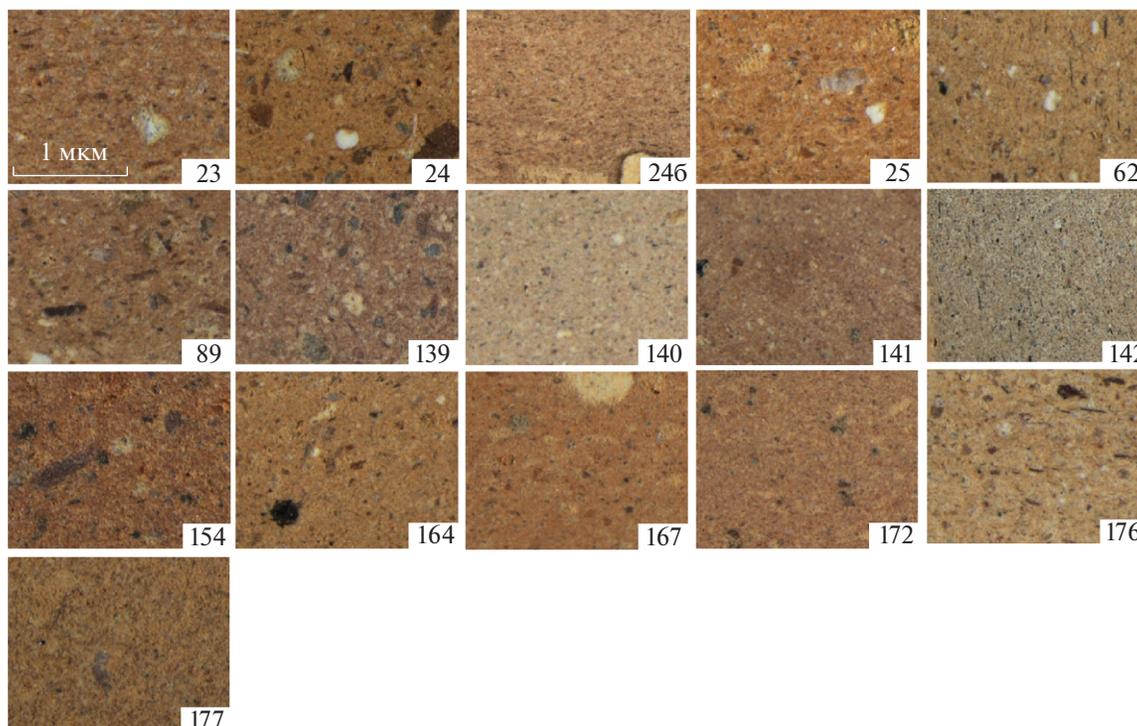


Рис. 5. Оптические фото шлифов образцов Коса.

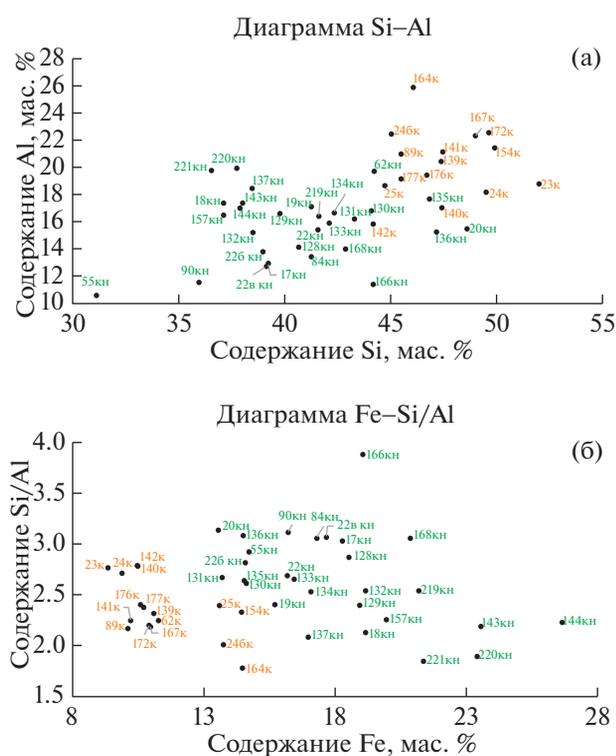


Рис. 6. Бинарные диаграммы распределения образцов Коса и Книда по данным РЭМ/ЭРМ в зависимости от содержания в глиняной основе образцов: а – Al (Si), б – соотношения Si/Al (Fe).

Воспроизводимость результатов проверяли двукратным измерением рабочих растворов. Калибровку, элементный анализ и коррекцию спектральных наложений выполняли в программе QTegraThermoFisher.

Оптические изображения шлифованной поверхности образцов (рис. 4, 5) получали на микроскопе SMZ 1270 (Nikon, Япония), для обработки изображений использовали программу NIS-Elements.

Обобщенный анализ данных для систематизации полученных результатов об основном составе глины и микропримесях, выявления групп с корреляцией параметров включал статистический анализ главных компонент (АГК) с использованием программы Statistica, также строились бинарные диаграммы содержания различных элементов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным локального анализа РЭМ/ЭРМ глина большинства образцов Коса и Книда характеризуется большим количеством Са и К, достигающим 23.8 и 10.1% соответственно (табл. 3). Среди различий изделий Коса и Книда необходимо отметить вариации в содержании Fe, Si и Al. Анализ бинарных диаграмм содержания различ-

Таблица 3. Элементный состав глиняной основы по данным РЭМ/ЭРМ

Образец	Содержание химического элемента, мас. %											
	Na	Mg	Al	Si/Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Fe
137кн	0.5	1.9	18.5	2.08	38.5	0.8	<0.5		8.9	12.0	1.8	17.0
220кн		4.0	19.9	1.89	37.7	0.8			6.1	7.0	0.9	23.4
130кн	0.5	2.6	16.8	2.62	44.1	<0.5	<0.5	<0.5	9.6	9.7	1.4	14.6
55кн	<0.5	5.8	10.6	2.93	31.1	0.6	<0.5	2	4.9	28.9	0.6	14.7
84кн	<0.5	4.6	13.5	3.06	41.2	<0.5		0.1	7.4	13.5	1.8	17.3
219кн	<0.5	6.7	16.4	2.54	41.6	<0.5			5.0	7.7	1.0	21.2
128кн	0.6	3.5	14.2	2.87	40.7	<0.5		<0.5	7.4	13.6	1.1	18.5
90кн	0.6	7.9	11.6	3.11	36.0	<0.5			7.7	19.1	0.7	16.2
143кн	0.6	3	17.4	2.19	38.0	0.6		0.6	9.0	5.8	1.4	23.6
144кн	0.6	2.8	17.0	2.22	37.9	0.5		<0.5	7.1	6.0	1.3	26.6
22-в кн	<0.5	6.8	12.8	3.07	39.2			<0.5	5.2	16.7	1.0	17.7
133кн	0.5	2.5	15.9	2.65	42.1			<0.5	9.3	10.8	2.3	16.4
157кн	<0.5	2.8	16.5	2.25	37.1			<0.5	6.4	14.3	2.4	20
134кн	0.5	2.1	16.7	2.53	42.3	0.5		<0.5	8.0	10.6	1.9	17.1
132кн	0.6	5.8	15.2	2.54	38.5				6.3	12.8	1.6	19.2
136кн	0.6	1.7	15.3	3.08	47.1	<0.5			8.7	10.6	1.1	14.5
131кн	0.6	2.5	16.2	2.67	43.3	0.5		<0.5	10.1	11.8	0.9	13.7
17кн	0.7	6.5	12.9	3.03	39.3	1.1			6.6	13.9	0.7	18.3
18кн	<0.5	4.5	17.4	2.13	37.1			0.5	9.1	9.0	2.8	19.2
19кн	0.7	4.1	17.1	2.41	41.3				7.4	12.3	1.3	15.7
20кн	1.0	2.6	15.5	3.13	48.6			<0.5	9.6	8.1	0.7	13.6
22кн	0.7	6.0	15.5	2.69	41.6	<0.5		<0.5	8.3	10.0	1.3	16.2
22-б кн	<0.5	3.1	13.8	2.82	39.0		0.5	<0.5	8.0	19.5	1.0	14.6
129кн	0.5	3.3	16.6	2.39	39.8			<0.5	9.2	10.2	1.4	18.9
135кн	0.6	2.3	17.7	2.64	46.8	<0.5		<0.5	10.1	6.2	1.3	14.6
168кн	0.6	3.8	14.0	3.06	42.9				6.1	10.9	0.8	20.9
166кн	<0.5	6.1	11.4	3.88	44.2				4.1	13.8	0.9	19
221кн	0.5	3.1	19.8	1.85	36.6	0.6	<0.5		7.7	8.9	1.4	21.4
23к	0.6	3.2	18.8	2.76	52.0	<0.5	<0.5		6.7	7.7	0.8	9.3
24к	0.7	3.4	18.2	2.72	49.5	<0.5		<0.5	6.3	10.4	1.0	9.9
24-б к	0.7	4.2	22.5	2.00	45.0	<0.5		<0.5	6.0	6.8	0.7	13.8
25к	<0.5	4.9	18.6	2.40	44.7	<0.5	<0.5	<0.5	6.6	9.9	0.8	13.6
62к	0	3.2	19.7	2.24	44.3	0.3	0	0.2	7.4	12.6	0.9	11.3
89к	0	2.1	21	2.17	45.5	0.3	0	0.4	7.1	12.6	0.9	10.1
139к	0.1	2.3	20.4	2.32	47.4	0.2	0	0.1	7.2	9.9	1.4	11.1
140к	0	3	17	2.79	47.4	0.4	0	0.1	6	14.7	0.8	10.5
141к	0.6	1.7	21.1	2.25	47.5	0.4	0	0.2	5.9	11.2	1.2	10.2
142к	0.5	6.9	15.8	2.79	44.2	0.4	0.2	0.7	5.6	14.6	0.6	10.5
154к	0	2.2	21.4	2.33	49.9	0.3	0.2	0.2	4.5	5.6	1.3	14.4
164к	0	2.7	25.9	1.78	46.1	0.3	0	0	5.8	3.3	1.5	14.5
167к	0	1.5	22.4	2.19	49	0.6	0	0	4.6	10.1	0.7	11
172к	0.3	1.5	22.5	2.2	49.6	0.3	0	0	3.5	9.9	1.3	10.9
176к	0	2.5	19.5	2.4	46.7	0.6	0	0	6.8	12.6	0.8	10.6
177к	1.5	5.7	19.2	2.37	45.5	0.4	0	0	6	10.2	0.8	10.7

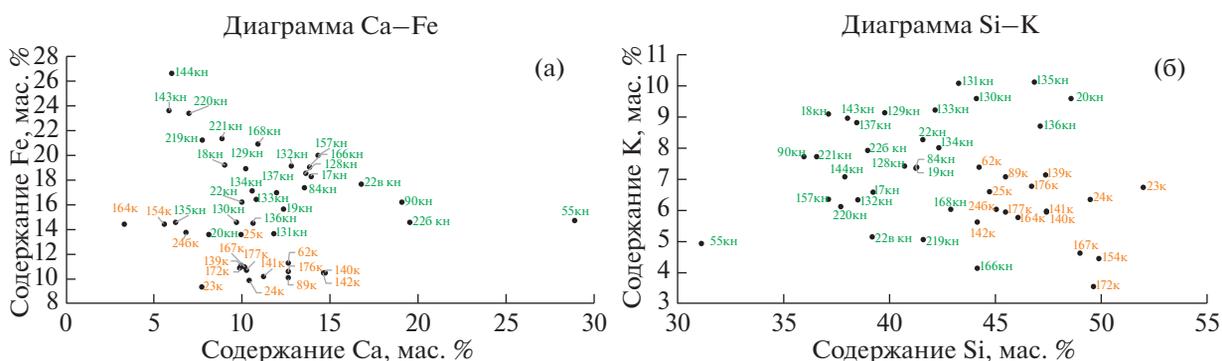


Рис. 7. Бинарные диаграммы распределения образцов Коса и Книда по данным РЭМ/ЭРМ в зависимости от содержания в глиняной основе образцов: а – Fe (Са), б – К (Si).

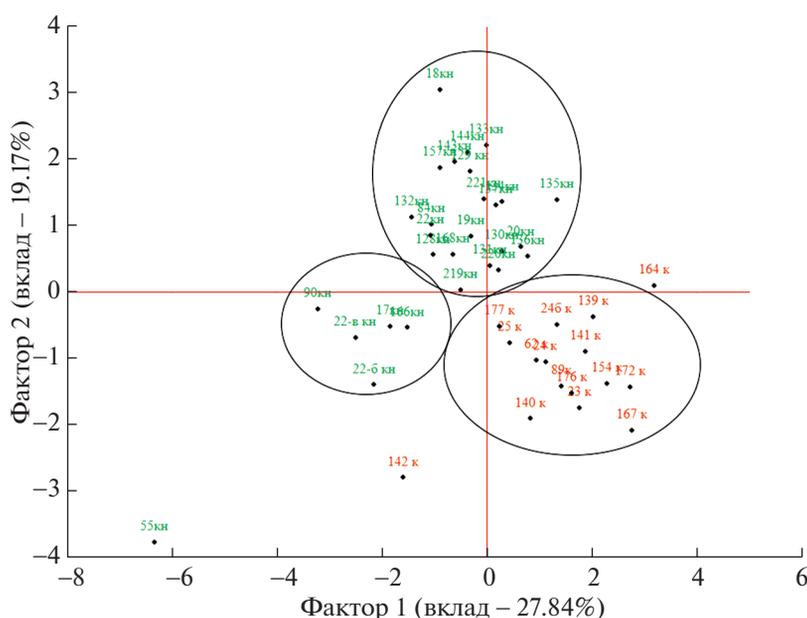


Рис. 8. График распределения образцов по факторам 1 и 2 АГК по данным РЭМ/ЭРМ об основном составе глиняной основы.

ных элементов по данным РЭМ/ЭРМ показывает, что в большинстве случаев образцы из Коса выделяются в отдельную группу (рис. 6, 7).

В ходе АГК состава глиняной основы по данным РЭМ/ЭРМ выделили десять факторов (табл. 4), из которых фактор 1 определяется содержанием Са, Mg, Fe, Al, Si (предположительно, отражающий корреляцию по составу глиняной основы), а фактор 2 – содержанием К, Са, Ti, Fe (соответствующий наиболее часто наблюдаемым включениям в составе керамики – полевым шпатам, рутилу и оксидам железа). На рис. 8 приведено распределение образцов в зависимости от факторов 1 и 2. Можно выделить две группы Книдского производственного центра: {90кн, 17кн, 22-б кн, 22-в кн, 166кн} и {18кн, 19кн, 20кн, 22кн,

84кн, 128кн, 129кн, 130кн, 131кн, 132кн, 133кн, 134кн, 135кн, 136кн, 137кн, 138кн, 143кн, 144кн, 157кн, 168кн}, за исключением образца 55кн. Практически весь Кос входит в одну группу (за исключением образцов 142к и 164к). Отметим, что образец 164к отличается наибольшим содержанием Al (рис. 6а), а также высоким уровнем Fe в сочетании с наименьшим количеством Са в группе Коса (рис. 7а).

С исторической точки зрения весьма интересна группа книдских образцов, демонстрирующая несколько иной состав глиняного теста (образцы 90кн, 17кн, 22-б кн, 22-в кн, 166кн, 55кн). Прежде всего обращает на себя внимание то, что в эту группу входят оба клейма ПАФ (образцы 55кн и 90кн), а также клеймо с изображением “проры” и

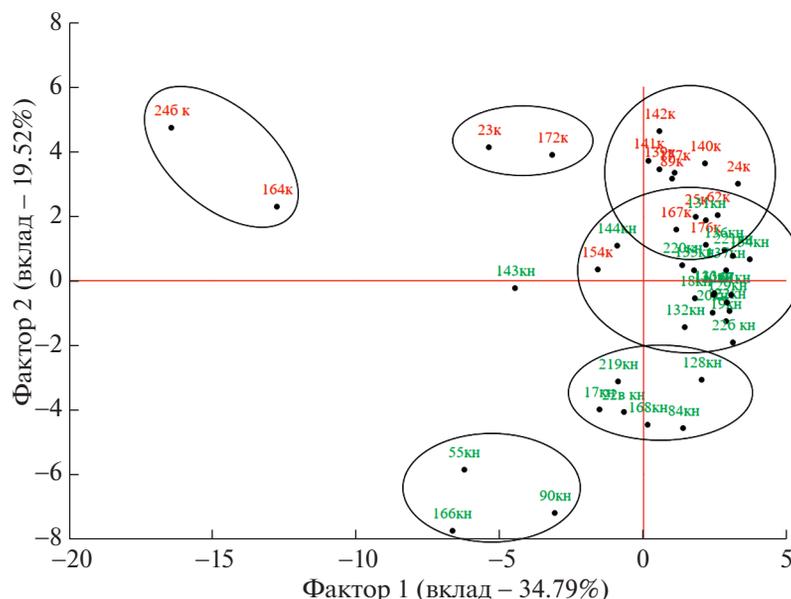


Рис. 9. График распределения образцов по факторам 1 и 2 АГК по данным МС-ИСП о микропримесном составе образцов керамики.

именем Пасикрата (образец 22-в кн). Наиболее простое объяснение этого факта заключается в расположении керамических мастерских в центре Книдского полуострова в местечке Резадие. Здесь были изучены свалки бракованных изделий, в которых встречались подобные клейма.

Неудивительно примыкание к этой группе образца 166кн, так как типологически он абсолютно идентичен амфоре под номером 55кн и мог быть произведен в этих же местах. Также сосуд под номером 17кн мог быть изготовлен в ближайших к месторождению глины окрестностях. Вызывает

Таблица 4. Результат статистической обработки данных РЭМ/ЭРМ (АГК) – факторы

Переменная (химический элемент)	Факторные нагрузки										
	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	Ф5	Ф6	Ф7	Ф8	Ф9	Ф10	Ф11
Na	0.011	0.072	0.294	0.100	0.157	0.001	0.079	0.042	0.237	0.006	0.002
Mg	0.157	0	0	0.240	0.012	0.038	0.128	0.098	0.072	0.247	0.008
Al	0.249	0.013	0.016	0.008	0.010	0	0.205	0	0	0.092	0.406
Si	0.162	0.045	0.147	0.015	0	0.004	0.067	0.186	0.100	0.237	0.037
P	0.001	0.041	0.193	0.001	0.579	0	0.001	0.105	0.022	0	0.056
S	0.025	0.057	0.056	0.259	0.015	0.551	0.009	0.008	0.002	0.012	0.008
Cl	0.136	0.026	0	0.118	0.023	0.216	0.254	0.086	0.113	0.015	0.012
K	0	0.229	0.110	0.059	0.132	0.010	0.093	0.042	0.234	0.065	0.026
Ca	0.224	0.043	0.011	0.024	0.006	0.018	0.009	0.273	0.058	0.051	0.282
Ti	0.008	0.245	0.014	0.164	0.059	0.008	0.123	0.153	0.117	0.009	0.100
Fe	0.027	0.229	0.158	0.012	0.007	0.154	0.032	0.007	0.046	0.267	0.064

Таблица 5. Данные МС-ИСП о составе образцов керамики Коса (группа 1 – образцы 24к, 25к, 62к, 89к, 139к, 140к, 141к, 142к, 167к, 176к, 177к)

Химический элемент, мкг/г	Образец											
	ПО	24к	25к	62к	89к	139к	140к	141к	142к	167к	176к	177к
Li	0.02	24.18	28.47	41.69	40.88	49.07	38.41	49.81	42.38	87.47	30.67	37.82
B	4.76	59.66	29.33	98.48	108.66	71.28	67.15	100.78	77.93	57.83	79	66.62
Na	26.14	7387.75	9683.14	5921.98	6950.29	8251.35	9092.25	10779.78	9052.46	3007.69	6348.07	6637.82
Mg	2.47	2313.77	6437.77	3036.21	5064.95	3164.1	4881.69	1832.86	7751.24	1826.11	2515.8	5964.37
Ca	37.93	2026.25	3345.24	3848.58	3749.18	4223.8	3152.25	3273.89	4063.74	1577.03	2856.15	2973.05
Sc	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.
Ti	5.22	3330.95	4709.52	4371.3	5330.51	5171.25	3849.23	6017.07	4259.6	4974.95	4372.54	5037.3
V	0.18	68.9	113.41	119.56	141.62	129.27	90.75	132.95	103.64	120.93	90.48	104.98
Cr	1.5	136.23	216.81	254.91	313.07	149.42	179	155.94	202.8	102.41	242.37	215.2
Mn	0.43	298.78	1028.7	646.21	641.64	823.51	492.23	781.33	570.97	1648.57	532.86	459.85
Fe	20.58	32858.86	50602.42	42340	45512.89	46928.34	39035.15	48519.01	43219.16	47535.69	39447.79	51339.73
Co	0.13	14.06	29.69	19.82	21.85	22.38	20.61	19.13	23.28	25.02	17.99	22.82
Ni	3.39	143.81	279.22	156.05	177.44	132.77	215.04	124.44	243.88	111.71	142.66	252.47
Cu	10.85	<ПО	29.74	45.24	36.15	44.74	27.25	44.77	35.61	61.58	31.05	28.3
Zn	19.32	531.18	68.71	<ПО	<ПО	50.19	<ПО	<ПО	<ПО	76.81	<ПО	<ПО
Ga	0.36	15.15	20.91	18.8	20.3	21.78	18.3	24.19	20.56	23.37	16.9	21.26
As	1.32	10.84	19.7	17.2	27.2	10.21	19.7	16.47	23.14	15.95	15.53	8.44
Sr	0.14	88.69	55.72	31.66	50.93	142.22	89	172.97	125.08	124.4	211.12	155.33
Y	0.01	2.04	2.52	2.24	3.54	3.01	3.61	1.9	2.07	3.26	3.64	2.42
Zr	0.004	84.87	37.46	33.13	138.12	107.28	102.82	101.21	121.23	71.76	33.61	113.82
Nb	0.01	16.18	13.37	12.69	14.69	23.19	19.02	22.84	21.23	13.83	12.73	23.52
Mo	0.38	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
Ag	0.69	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
Cd	0.64	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
In	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.
Sn	0.09	2.52	1.98	1.86	2.71	2.65	2.71	1.99	3.49	2.15	2.9	2.34
Sb	0.01	1.86	1.64	2.69	1.73	1.32	2.36	1.36	2.83	1.2	1.98	2.02
Ba	0.01	301.26	886.39	730.77	644.82	424.06	467.83	205.05	537.44	380.08	549.71	420.98
La	0.21	5.07	4.23	3.91	3.63	8.45	4.75	11.4	5.72	6.29	5.79	6.93
Ce	0.31	17.54	18.6	11.78	11.57	32.21	17.54	44.54	18.25	29.22	27.26	31.97
Pr	0.04	1.11	1.04	1.12	1	1.79	1.05	2.53	1.3	1.61	1.37	1.33
Nd	0.02	4.33	4.06	4.12	3.76	6.44	3.82	9.08	4.56	5.83	5.07	4.78
Sm	0.05	0.72	0.73	0.91	0.87	1.22	0.75	1.45	0.88	1.08	1.09	0.96
Eu	0.03	0.21	0.34	0.32	0.26	0.33	0.22	0.34	0.3	0.29	0.34	0.28
Gd	0.03	0.58	0.74	0.81	0.6	0.95	0.56	1.08	0.63	0.92	1	0.82
Tb	0.03	0.08	0.09	0.1	0.08	0.12	0.08	0.15	0.11	0.13	0.16	0.12
Dy	0.02	0.4	0.52	0.51	0.57	0.75	0.44	0.7	0.64	0.71	0.85	0.61
Ho	0.041	<ПО	0.15	<ПО	0.18	0.13	<ПО	0.13	0.11	0.17	0.15	0.13
Er	0.036	0.22	0.32	0.34	0.31	0.52	0.59	0.35	0.36	0.45	0.46	0.29
Tm	0.03	<ПО	<ПО	<ПО	0.09	<ПО						
Yb	0.03	0.19	0.39	1.07	0.6	0.41	0.26	0.33	0.36	0.57	0.38	0.3
Lu	0.03	<ПО	<ПО	<ПО	0.1	<ПО	<ПО	<ПО	0.07	<ПО	<ПО	<ПО

Таблица 5. Окончание

Химический элемент, мкг/г	Образец											
	ПО	24к	25к	62к	89к	139к	140к	141к	142к	167к	176к	177к
Hf	0.05	2.16	1.28	0.77	2.3	2.97	2.61	2.84	3.25	2.33	0.69	3.28
Ta	0.35	0.96	0.82	0.8	0.92	1.32	1.18	1.43	1.33	0.87	0.76	1.46
W	0.156	2.29	1.97	2.69	2.37	2.81	3.13	3.03	3.45	2.07	2.26	2.7
Tl	0.047	0.59	0.8	0.74	0.6	0.51	0.89	0.74	1.14	0.57	0.59	0.2
Pb	0.081	71.79	38.45	29.12	23.15	33.58	46.19	40.54	59.87	28.59	22.22	35.09
Bi	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.
Th	0.664	2.26	1.45	<ПО	2.46	3.37	2.3	3.91	2.93	2.79	1.78	3.36
U	0.078	3.72	1.68	2.63	2.32	2.69	4.56	2.76	5.35	2.21	2.73	5.28

Примечание. ОП – предел обнаружения.

удивление, что в эту же группу попал скол с клейма начала II в. до н.э. (образец 226 кн). Дело в том, что глина Книдского полуострова не отличаются богатством, хотя и не столь скудны, как на Фасосе [10, с. 124–125]. Довольно сложно предположить, что одно из них разрабатывалось на протяжении 200 лет. Кроме того, исследователи связывали имя Асклепиодора с мастерскими, расположенными на юге полуострова [1, с. 119]. В то же

время они не упоминают о находках в тех местах ранних книдских клейм. Этот вопрос требует дополнительного рассмотрения.

Анализ данных МС-ИСП о микропримесном составе образцов керамики Коса (табл. 5, 6) и Книда (табл. 7, 8) методом АГК также выделяет группы образцов, соотносимые с центрами их производства, как показано на рис. 9, где представлено распределение образцов по факторам 1

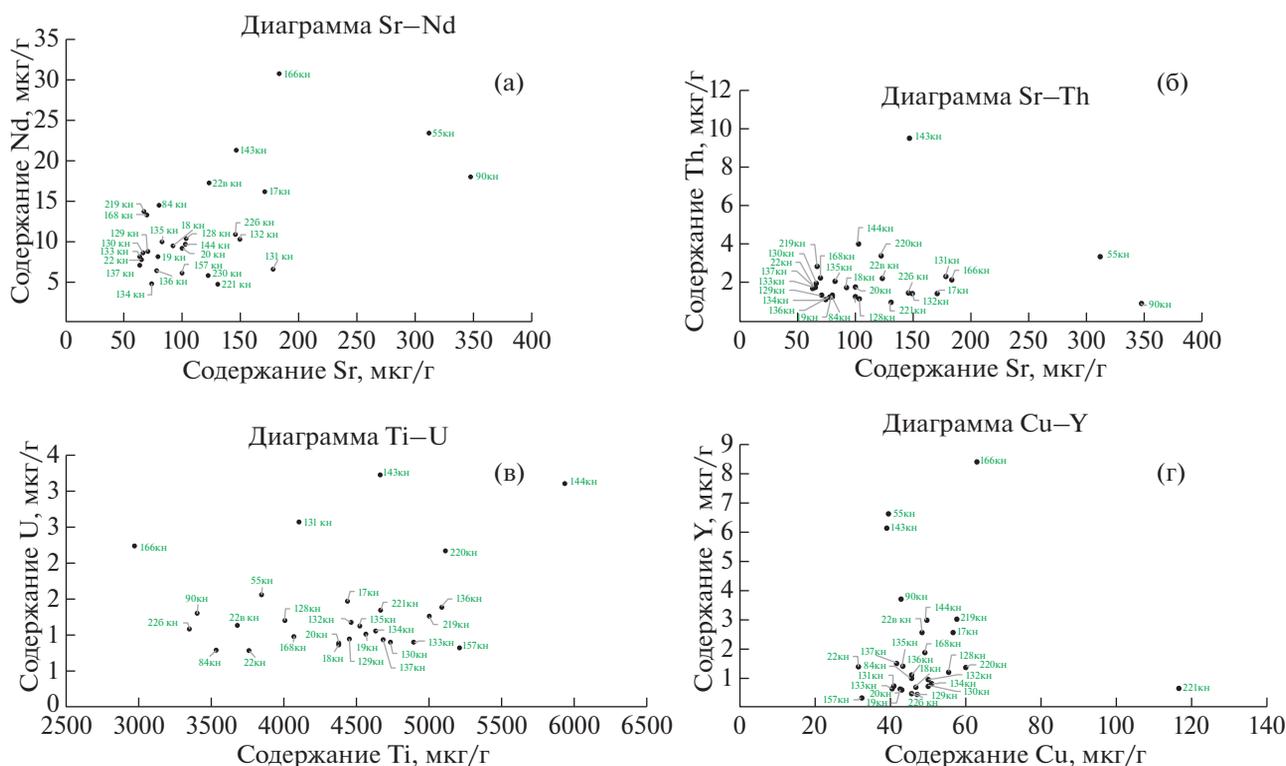


Рис. 10. Бинарные диаграммы содержания элементов в образцах керамики из Книда: а – Nd (Sr), б –Th (Sr), в –U (Ti), г –Y (Cu).

Таблица 6. Данные МС-ИСП о составе образцов керамики Коса (группа 2— образцы 23к, 172к, группа 3—24б к, 164к, группа 4—154к)

Химический элемент, мкг/г	Образец					
	ПО	23к	172к	24-б к	164к	154к
Li	0.02	44.65	45.11	58.14	101.59	85.56
B	4.76	89.14	83.07	121.03	117.07	69.52
Na	26.14	6603.73	7302.53	12836.78	6751.44	3950.7
Mg	2.47	6658.63	2380.85	15342.95	8265.09	3693.23
Ca	37.93	4247.17	2385.72	7390.4	2200.86	2249.38
Sc	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.
Ti	5.22	5573.75	6160.95	6496.91	6005.35	5300.89
V	0.18	129.46	105.08	189.32	121.44	116.04
Cr	1.5	223.24	146.7	216.33	259.94	214.64
Mn	0.43	537.5	1154.08	1164.64	1067.61	1220.14
Fe	20.58	53330.43	52654.3	74816.27	58886.76	54369.34
Co	0.13	24.57	21.88	34.35	31.74	30.1
Ni	3.39	249.53	127.99	181.32	312.69	261.17
Cu	10.85	40.03	45.8	48.24	38.93	45.65
Zn	19.32	88.09	<ПО	589.58	<ПО	350.12
Ga	0.36	24.88	22.81	34.35	23.19	18.07
As	1.32	24.8	13.44	64.31	19.8	17.61
Sr	0.14	284.55	163.87	277.05	186.45	170.64
Y	0.01	5.37	5.07	25.11	11.13	4.21
Zr	0.004	152.53	134.78	52.25	152.62	34.46
Nb	0.01	27.83	25.24	21.46	26.12	14.29
Mo	0.38	<ПО	<ПО	0.91	<ПО	<ПО
Ag	0.69	<ПО	<ПО	2.46	<ПО	<ПО
Cd	0.64	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
In	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.
Sn	0.09	3.61	7.61	8.38	3.22	1.53
Sb	0.01	2.77	1.41	6.56	2.08	2.02
Ba	0.01	457.2	293.72	588.11	660.07	667.08
La	0.21	25.05	15.28	29.44	33.59	11.09
Ce	0.31	77.15	60.37	84.11	84.81	54.63
Pr	0.04	4.99	3.75	6.94	7.61	2.96
Nd	0.02	17.4	13.6	25.29	28.04	11.22
Sm	0.05	2.78	2.37	5.47	5.53	2.18
Eu	0.03	0.65	0.5	1.27	1.34	0.59
Gd	0.03	2.17	1.65	4.68	4.35	1.65
Tb	0.03	0.44	0.24	0.73	0.67	0.23

и 2. Фактор 1 обобщает следующие элементы (проценты отражают степень участия элементов в данном факторе): 3–6% (Y, редко-земельные элементы (La–Lu), Th) и 1–3% (Mg, Na, Fe, Mn, Sr, Mo, Ag, U). Фактор 2 включает следующие элементы: 3–7% (Ca, Sc, Ti, Cr, Co, Ni, Ga, Zr, Nb,

Sn, Gd, Hf, Ta, Tl, U) и 1–3% (Na, V, Mn, As, Sb, Ba, Pr, Nd, Sm, Pb, Th).

Анализ бинарных диаграмм для образцов из Книда (рис. 10) показал, что по содержанию Sr выделяется подгруппа образцов 55кн и 90кн, по Nd – образец 166кн, по Th – образец 143кн, по

Таблица 6. Окончание

Химический элемент, мкг/г	Образец					
	ПО	23к	172к	24-б к	164к	154к
Dy	0.02	1.39	1.26	3.85	3.4	1.31
Ho	0.041	0.23	0.21	0.67	0.63	0.22
Er	0.036	0.78	0.75	2.05	2.07	0.68
Tm	0.03	0.09	0.1	0.23	0.26	0.07
Yb	0.03	0.6	0.65	1.54	1.92	0.6
Lu	0.03	0.11	0.1	0.2	0.27	0.08
Hf	0.05	3.87	3.93	1.59	3.78	1.06
Ta	0.35	1.7	1.6	1.35	1.61	0.83
W	0.156	3.78	2.9	3.13	3.93	1.95
Tl	0.047	0.89	0.73	1.06	1.02	0.58
Pb	0.081	61.73	41.68	42.39	56.36	27.64
Bi	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.
Th	0.664	10.61	7.67	11.15	19.71	4.58
U	0.078	5.94	3.21	5.69	4.88	1.3

Таблица 7. Данные МС-ИСП о составе образцов керамики Книда (группа 1 – образцы 18кн, 19кн, 20кн, 22кн, 22б кн, 129кн, 130кн, 131кн, 132кн, 133кн, 134кн, 135кн, 136кн, 137кн, 144кн, 157кн, 220кн, 221кн)

Химический элемент, мкг/г	Образец									
	ПО	18кн	19кн	20кн	22кн	22-б кн	129кн	130кн	131кн	132кн
Li	0.03	43.8	40.32	43.3	27.69	38.42	39.75	42.23	39.24	18.51
B	4.25	107.95	97.49	109.53	86.6	86.02	111.35	129.64	83.68	34.25
Na	22.49	2155.5	1997.63	2373.2	3091.29	2587.09	3322.09	3510.4	2621.78	4811.06
Mg	15.23	3684.42	3208.19	3840.87	4502.53	4717.37	4019.87	4160.86	3754.09	3512.15
Ca	40.51	5332.82	4548.36	4421.84	3232.53	5649.13	5092.43	4902.64	4485.11	6927.06
Sc	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.
Ti	2.66	4377.57	4564.18	4381.71	3762.29	3348.46	4448.48	4734.52	4107.13	4464.03
V	2.03	112.51	108.01	121.09	92.83	94.92	106.79	127.75	105.59	103.57
Cr	0.05	294.55	324.98	277.1	144.49	208.13	257.38	244.82	139.83	265.04
Mn	1.05	661.04	770.76	655.46	373.73	593.19	552.26	662.8	691.69	920.09
Fe	13.23	50204.23	53902.07	49336.71	36726.05	38956.31	48753.34	53733.99	40997.95	49430.33
Co	0.06	35.75	39.39	36.6	17.75	23.35	29.82	33.77	19.64	29.52
Ni	0.47	380.39	409.98	373.85	116.22	169.12	254.13	344.71	107.65	182
Cu	0.11	46.45	42.73	42.5	31.4	45.39	46.92	49.93	40.76	50.01
Zn	3.95	57.15	26.15	28.2	<ПО	<ПО	31.04	27.48	13.63	43.56
Ga	0.14	19.7	20.29	20.84	15.57	17.11	20.19	22.57	19.84	18.36
As	0.5	9.11	6.03	5.56	5.09	12.89	12.89	15.26	75.34	8.87
Sr	0.33	92	79.34	99.86	64.82	145.48	69.98	66.11	177.92	149.15
Y	0.04	0.69	0.6	0.61	1.37	0.48	0.45	0.73	0.72	0.93
Zr	0.17	22.58	25.04	21.09	19.42	25.6	19.82	21.25	53.01	15.19
Nb	0.04	13.59	14.46	13.82	11.91	11.14	14.99	15.26	12.56	10.47
Mo	3.45	<ПО								
Ag	0.37	<ПО								
Cd	0.12	<ПО								

Таблица 7. Продолжение

In	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.
Sn	0.08	5.6	2.28	3.13	1.61	1.39	1.42	1.65	1.65	1.45
Sb	0.02	6.83	0.65	0.65	0.48	0.67	0.71	0.7	4.53	0.5
Ba	0.4	243.17	218.78	248.89	403.08	304.48	226.96	241.14	424.28	276.43
La	1.97	4.73	<ПО	4.62	4.99	14.58	5.7	4.01	<ПО	6.77
Ce	2.24	33.78	27.73	28.55	29.2	37.64	36.28	33.71	26.4	30.94
Pr	0.004	2.34	1.94	2.26	2	2.69	2.35	1.99	1.59	2.65
Nd	0.006	9.43	8.08	9.15	7.76	10.85	8.73	8.55	6.59	10.24
Sm	0.009	1.66	1.35	1.46	1.48	1.6	1.27	1.4	1.18	1.97
Eu	0.003	0.32	0.27	0.29	0.33	0.3	0.23	0.27	0.23	0.38
Gd	0.131	2.01	1.65	1.97	2.66	2.54	1.63	1.76	2.2	2.41
Tb	0.0001	0.14	0.11	0.13	0.15	0.11	0.09	0.12	0.09	0.21
Dy	0.007	0.62	0.49	0.54	0.71	0.4	0.38	0.52	0.46	1.01
Ho	0.001	0.11	0.09	0.09	0.15	0.05	0.05	0.08	0.07	0.18
Er	0.003	0.26	0.2	0.25	0.34	0.13	0.15	0.2	0.2	0.43
Tm	0.002	0.04	0.02	0.03	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05
Yb	0.005	0.31	0.13	0.24	0.27	0.08	0.36	0.15	0.14	0.23
Lu	0.001	0.02	0.02	0.02	0.05	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03
Hf	0.017	0.7	0.87	0.68	0.69	0.84	0.65	0.63	1.7	0.54
Ta	0.01	1.01	1.06	1.05	0.87	0.79	1.02	1.07	1	0.82
W	0.56	127.6	43.33	6.24	1.96	1.13	<ПО	<ПО	1.85	1.93
Tl	0.05	0.2	0.27	0.3	<ПО	0.15	0.16	0.29	0.69	0.28
Pb	0.11	15.61	23.01	17.03	10.48	17.91	40.73	21.74	31.58	116.81
Bi	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.
Th	0.001	1.79	1.41	1.81	1.81	1.51	1.39	2.03	2.35	1.5
U	0.0001	0.87	1.02	0.89	0.77	1.08	0.94	0.9	2.56	1.18
Химический элемент, мкг/г	Образец									
	ПО	133кн	134кн	135кн	136кн	137кн	144кн	157кн	220кн	221кн
Li	0.03	47.54	51.99	53.02	62.04	51.53	34.77	49.13	40.4	42.13
B	4.25	123.36	129.59	122.93	143.17	121.76	51.3	108.32	70.22	100.73
Na	22.49	2892.37	4120.96	3593.36	4402.65	3137.55	5273.68	2033.64	1373.2	3741.42
Mg	15.23	3916.98	2556.4	4135.68	3216.71	2570.25	3545.85	3230.01	3770.98	2947.16
Ca	40.51	5573.22	3055.4	4915.28	4118.18	3257.84	2941.54	4421.84	3181.93	3839.84
Sc	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.
Ti	2.66	4893.93	4629.58	4524.82	5088.23	4688.64	5934.33	5211.46	5116.48	4670.29
V	2.03	127.04	123.82	123.42	131.07	112.72	135.88	127.45	89.14	130.39
Cr	0.05	290.38	191.03	193.63	192.85	191.55	163.23	290.12	353.57	167.13
Mn	1.05	647.86	673.13	648.31	831.24	553.79	1109.21	632.47	841.14	793.52
Fe	13.23	56310.27	46425.08	45463.39	45841.17	46191.3	60008.38	54767.95	68342.21	50354.52
Co	0.06	34.47	26.73	25.81	28.2	26.52	27.68	35.72	34.27	30.81
Ni	0.47	356.74	166.79	171.41	180.4	181.71	152.98	349.47	264.26	112.59
Cu	0.11	40.31	51.07	43.06	45.58	41.46	49.47	32.11	60.1	116.54
Zn	3.95	36.45	20.74	40.45	15.05	34.59	52.71	17.01	72.6	39.12
Ga	0.14	23.66	21.09	23.27	21.75	21.25	26.69	21.67	23.48	23.35
As	0.5	18.8	19.99	13.6	11.47	17.39	5.09	8.63	24.72	12.89

Таблица 7. Окончание

Sr	0.33	63.33	73.86	82.19	77.72	63.18	102.14	99.48	122.17	130.4
Y	0.04	0.63	0.81	1.4	1.1	1.5	2.97	0.31	1.37	0.63
Zr	0.17	20.49	29.49	31.15	44.29	24.58	17.58	21.58	52.62	28.96
Nb	0.04	15.76	14.65	14.68	16.13	15.43	18.39	16.2	18.03	15.4
Mo	3.45	<ПО								
Ag	0.37	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	0.81	<ПО	0	0	0
Cd	0.12	<ПО	0.25	<ПО	<ПО	0.3	<ПО	0	0	0
In	Вн.ст.									
Sn	0.08	1.54	1.42	2.48	1.23	1.89	3.52	1.52	2.61	5.73
Sb	0.02	0.8	0.77	0.98	0.68	0.67	0.58	0.6	3.34	0.65
Ba	0.4	246.34	290.21	328.85	283.74	247.31	224.28	331.97	272.71	268.67
La	1.97	<ПО	<ПО	6.61	<ПО	4.15	6.44	0	0	0
Ce	2.24	30.56	18.4	31.87	22.26	26.72	32.35	28.72	19.02	19.61
Pr	0.004	1.99	1.21	2.58	1.65	1.77	2.52	1.45	1.3	1.21
Nd	0.006	8.15	4.8	9.95	6.31	7.01	9.62	6.05	5.73	4.63
Sm	0.009	1.38	0.83	1.55	0.97	1.01	2	1.04	1.24	0.7
Eu	0.003	0.25	0.18	0.28	0.19	0.19	0.43	0.23	0.29	0.15
Gd	0.131	1.74	1.56	2.31	1.62	1.48	2.63	1.69	1.9	1.43
Tb	0.0001	0.12	0.07	0.13	0.08	0.1	0.26	0.1	0.15	0.07
Dy	0.007	0.47	0.34	0.62	0.38	0.44	1.37	0.42	0.78	0.3
Ho	0.001	0.09	0.06	0.11	0.07	0.07	0.25	0.07	0.11	0.05
Er	0.003	0.2	0.15	0.26	0.21	0.19	0.66	0.16	0.32	0.12
Tm	0.002	0.03	0.02	0.04	0.03	0.03	0.1	0.02	0.04	0.02
Yb	0.005	0.12	0.1	0.32	0.18	0.16	0.51	0.08	0.31	0.12
Lu	0.001	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.07	0.02	0.03	0.01
Hf	0.017	0.67	0.88	0.95	1.26	0.71	0.59	0.69	1.4	0.91
Ta	0.01	1.11	1.09	1.02	1.09	1.08	1.42	1.15	1.34	1.16
W	0.56	2.28	<ПО	2.03	<ПО	<ПО	<ПО	0	0	0
Tl	0.05	0.32	0.24	0.23	0.36	0.27	0.49	0.13	0.29	0.31
Pb	0.11	16.57	30.51	30.53	29.96	25.77	46.51	16.77	39.33	27.48
Bi	Вн.ст.									
Th	0.001	1.8	1.15	2.11	1.31	1.82	4.08	1.31	3.45	1.01
U	0.0001	0.9	1.06	1.13	1.38	0.93	3.1	0.83	2.16	1.34

U – подгруппа образцов 131кн, 143кн, 144кн, 166кн, 220кн. На диаграмме Cu–Y выделяются образец 221кн с максимальным содержанием Cu и подгруппа образцов с наибольшей концентрацией Y (образцы 55кн, 143кн, 166кн).

Таким образом, по содержанию ряда элементов в группе квидских образцов более всего выделяются образцы 55кн, 90кн, 143кн, 166кн и 221кн. Этот факт интересен тем, что образцы 55кн, 90кн и 143кн отобраны с клейм, т.е. их атрибуция как квидских бесспорна, образец 166кн – представляет собой амфору, квидское производство которой также не вызывает сомнений, а образец 221кн

принадлежит к довольно редкой форме амфоры, чье изготовление в Книде вызывает некоторые вопросы.

По бинарным диаграммам данных МС-ИСП (рис. 11) в группе образцов из Коса наблюдаются существенные различия по содержанию ряда элементов. Как видно из рис. 11, наиболее часто от общей группы отдалены образцы 23к, 24-б к, 164к и 172к. Объяснение этому можно найти, в первую очередь, в хронологии сосудов. Это касается амфоры 24-б к, изготовленной в начале II в. до н.э., т.е. как минимум на столетие позже остальных экземпляров. Что касается остальных

Таблица 8. Данные МС-ИСП о составе образцов керамики Книда (группа 2 – образцы 17кн, 22в кн, 84кн, 128кн, 168кн, 219кн, группа 3–55кн, 90кн, 166кн, группа 4–143кн)

Содержание химического элемента, мкг/г	Образец										
	ПО	17кн	22в кн	84кн	128кн	168кн	219кн	55кн	90кн	166кн	143кн
Li	0.03	58.39	46.04	38.36	30.64	40.41	46.67	39.09	39.59	42.17	30.86
B	4.25	78.34	66.03	61.5	90.89	59.98	55.72	72.06	62.44	52.03	31.35
Na	22.49	6047.45	5938.49	3605.23	3445.96	2895.5	2207.46	7391.7	4994.37	3666.16	7167.54
Mg	15.23	3527.6	4932.78	1679.52	3529.22	3031.96	5739.74	12587.15	25179.16	5254.15	7190.58
Ca	40.51	9457.69	9660.14	8976.85	7230.72	6142.59	4244.71	17214.67	19290.12	10963.46	4624.28
Sc	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.
Ti	2.66	4442.75	3677.87	3533.24	4006.06	4067.13	5006.26	3845.51	3402.02	2972.06	4665.3
V	2.03	127.02	85.62	79.55	102.64	84.71	100.76	123.28	92.75	62.45	111.49
Cr	0.05	507.48	442.44	436.9	440.35	476.4	393.64	376.8	438.89	233.08	126.38
Mn	1.05	841.62	867.94	938.83	1165.58	1062.51	1109.98	1093.48	1003.01	1950.06	828.73
Fe	13.23	61293.92	46517.88	51077.5	53557.14	58826.32	67901.2	60998.27	59471.28	47492.44	53354.84
Co	0.06	47.54	41.21	45.2	47.79	50.63	53.72	49.39	59.06	40.55	20.79
Ni	0.47	533.4	513.9	586.6	578.24	716.48	627.42	631.3	817.47	476.84	116.39
Cu	0.11	56.36	48.25	45.47	55.45	49.07	57.41	39.36	42.91	62.73	38.95
Zn	3.95	45.96	13.9	21.98	27.31	22.33	49.78	23.75	24.11	21.89	52.97
Ga	0.14	17.83	16.46	15.45	18.45	17.01	20.53	17.15	14.28	13.62	24.19
As	0.5	9.34	6.5	12.42	8.87	8.4	6.27	28.74	12.42	8.4	13.13
Sr	0.33	170.65	123.08	79.72	103.12	69.3	66.55	311.8	347.53	183.22	146.34
Y	0.04	2.57	2.57	1.01	1.22	1.87	3.01	6.62	3.71	8.4	6.13
Zr	0.17	29.42	58.38	26.22	27.67	33.97	37.38	44.54	34.35	30.15	16.52
Nb	0.04	12.12	12.58	11.52	13.17	13.19	15.86	12.77	11.14	9.46	15.11
Mo	3.45	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
Ag	0.37	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	0	0	<ПО	<ПО	0	<ПО
Cd	0.12	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	0	0	0.24	<ПО	0	<ПО
In	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.
Sn	0.08	2.44	1.7	0.26	1.11	0.47	1.26	0.71	1.1	0	2.75
Sb	0.02	0.44	0.52	0.4	0.6	0.57	0.6	0.89	0.44	0.45	0.94
Ba	0.4	235.26	334.53	255.33	298.03	273.46	235.91	279.46	159.23	188.69	304.53
La	1.97	14.99	16.28	13.64	8.44	19.23	8.54	24.84	17.27	28.66	21.93
Ce	2.24	42	45.16	40.47	35.84	54.46	40.48	54.06	36.32	50.02	58.55
Pr	0.004	4.39	4.65	3.93	2.65	3.4	3.5	6.24	4.61	7.81	5.77
1Nd	0.006	16.15	17.14	14.45	10.28	13.29	13.68	23.41	17.93	30.77	21.22
Sm	0.009	2.87	2.83	2.35	1.57	2.26	2.6	4.45	3.22	5.95	3.49
Eu	0.003	0.6	0.59	0.47	0.34	0.43	0.51	0.99	0.7	1.32	0.69
Gd	0.131	3.74	3.95	2.81	2.38	3.57	2.96	5.68	3.82	6.75	4.68
Tb	0.0001	0.31	0.27	0.21	0.12	0.22	0.31	0.51	0.39	0.7	0.4
Dy	0.007	1.49	1.17	0.84	0.52	1.06	1.44	2.54	1.8	3.42	2.05

Таблица 8. Окончание

Содержание химического элемента, мкг/г	Образец										
	ПО	17кн	22в кн	84кн	128кн	168кн	219кн	55кн	90кн	166кн	143кн
Ho	0.001	0.27	0.23	0.14	0.08	0.17	0.23	0.46	0.31	0.59	0.38
Er	0.003	0.64	0.73	0.34	0.18	0.48	0.57	1.14	0.83	1.5	0.95
Tm	0.002	0.09	0.07	0.04	0.02	0.06	0.07	0.15	0.11	0.18	0.14
Yb	0.005	0.48	0.45	0.21	0.11	0.38	0.54	1.16	0.59	1.08	0.81
Lu	0.001	0.08	0.05	0.03	0.01	0.05	0.06	0.14	0.08	0.14	0.1
Hf	0.017	0.89	0.92	0.85	0.94	1.03	1.25	1.21	0.96	0.94	0.53
Ta	0.01	0.94	0.92	0.82	0.96	0.9	1.14	0.86	0.74	0.65	1.2
W	0.56	5.72	3.51	<ПО	<ПО	0	0	1.61	2.96	0	<ПО
Tl	0.05	<ПО	<ПО	<ПО	0.21	0	0	0.18	<ПО	0	0.58
Pb	0.11	15.77	19.96	19.99	26.39	17.61	22.85	18.16	19.64	19.32	47.39
Bi	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.	Вн.ст.
Th	0.001	1.48	2.29	1.31	1.19	2.34	2.89	3.39	0.99	2.2	9.53
U	0.0001	1.46	1.13	0.79	1.2	0.98	1.26	1.56	1.3	2.23	3.22

образцов, то их отличия могут объясняться геологическими особенностями местности, в которой они были изготовлены. Несмотря на небольшой размер, остров Кос разделяется горным хребтом

на две части, имеющие различную геологическую структуру. Вместе с тем различия эти не столь велики, чтобы выделить образцы из общей “косской” группы. Особо необходимо отметить суще-

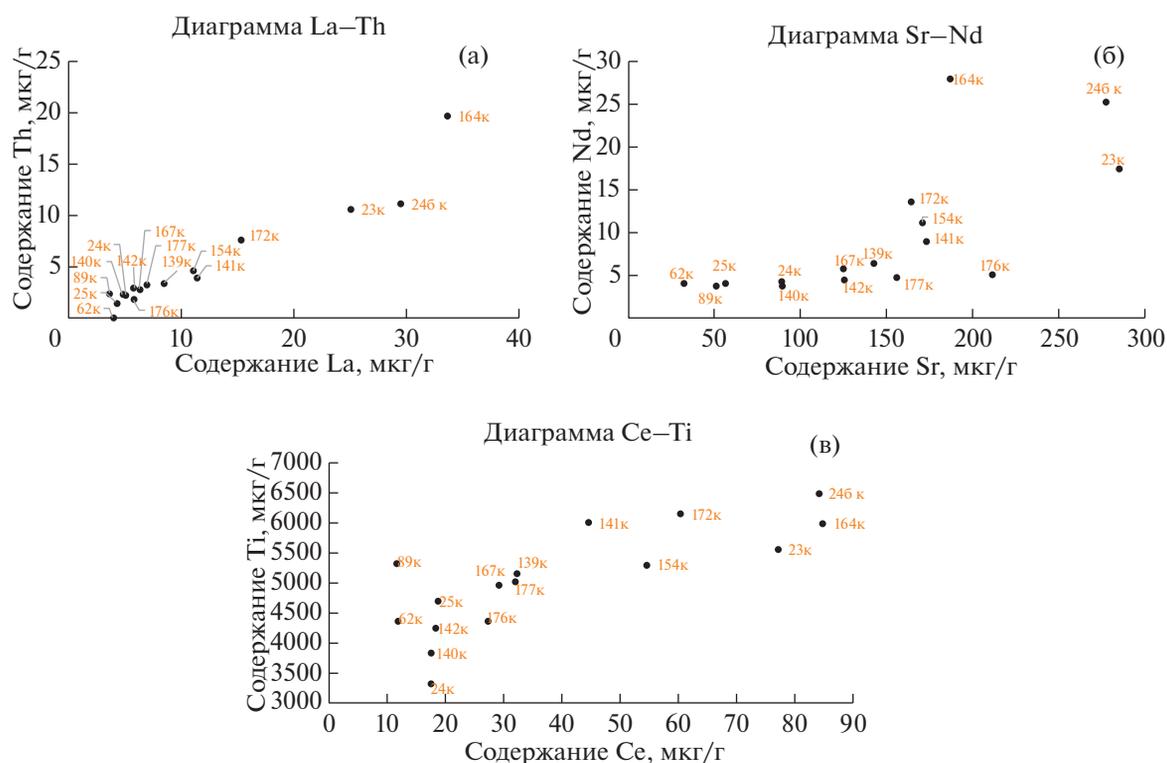


Рис. 11. Бинарные диаграммы содержания элементов в образцах керамики из Коса: а – Th (La), б – Nd (Sr), в – Ti (Ce).

ственно большее содержание ряда элементов в образце 164к, в частности максимальное содержание Се, Nd, Th и La. Заметим, что образец 154к, хорошо вписывающийся в общую массу образцов и выделяющийся только по содержанию Се, морфологически довольно сильно отличается от типичной тары Коса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обнаружены особенности основного и микропримесного состава, по которым наблюдается стратификация образцов Коса и Книда, несмотря на весьма близкое геологическое строение двух регионов. Внутри групп также выявлены различия, которые могут объясняться как местоположением отдельных гончарных мастерских, так и хронологической разницей между образцами. Несмотря на то что глинища в рассматриваемых производственных центрах были не столь скудны, как на острове Фасос, сложно утверждать, что одно и то же месторождение в Книде могло использоваться на протяжении нескольких столетий. В данном случае доказать обратное могут только археологические раскопки, которые подтвердят или опровергнут факт столь длительного функционирования мастерской. Разделение квидских образцов на две неравные группы может быть связано с известным фактом переноса города из центральной части Книдского полуострова на его западную мысовую часть, произошедшим примерно в середине IV в. до н.э. Известно, что место старого города не было заброшено, там возникли различные мастерские, в том числе керамические, ориентированные на изготовление амфорной тары.

Гораздо меньшая стратификация наблюдается среди косских образцов. Здесь отличия могут однозначно объясняться отличиями в геологическом строении острова. Проведенные исследования доказали, что к косской продукции относятся и амфоры с одноствольными ручками. Кроме

того, обоснована принадлежность Косу трех сосудов (образцы 25к, 62к и 154к), в верности локализации которых оставались некоторые сомнения из-за их морфологических особенностей.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания ФНИЦ “Кристаллография и фотоника” РАН в части развития методов характеризации многофазных многокомпонентных систем. Чертежи, фотографии и атрибуция амфор выполнены за счет гранта Российского научного фонда (№ 18-18-00096).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Монахов С.Ю.* Греческие амфоры в Причерноморье: типология амфор ведущих центров-экспортеров товаров в керамической таре. М.: Киммериды; Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2003. 352 с.
2. *Монахов С.Ю.* // *Stratum plus*. Археология и культурная антропология. 2014. № 3. С. 195.
3. *Мандрыкина А.В., Хмеленин Д.Н., Колобылина Н.Н. и др.* // *Кристаллография*. 2018. Т. 63. № 5. С. 832.
4. *Антипин А.М., Кварталов В.Б., Светогоров Р.Д. и др.* // *Кристаллография*. 2019. Т. 64. № 3. С. 484.
5. *Тереженко Е.Ю., Антипин А.М., Васильев А.Л. и др.* // *Вестн. “История керамики”*. 2020. Вып. 2. С. 162. <https://doi.org/10.25681/iaras.2020.978-5-94375-316-9.162-184>
6. *Tuna N.* Knidos Teritoryumu’nda Arkeolojik Arařtırmalar. Ankara: Odtü Yayıncılık, 2012. 93 p.
7. *Монахов С.Ю., Кузнецова Е.В.* // *Stratum Plus: Archaeology and Cultural Anthropology*. 2021. *в печати*
8. *Монахов С.Ю.* Греческие амфоры в Причерноморье: комплексы керамической тары VII–II вв. до н.э. Саратов: Изд-во Саратов ун-та, 1999. 679 с.
9. *Empereur J.-Y.* // *Producteurs d’amphores dans les Ateliers de Reşadiye (peninsule de Datça)*. Arařtırma Sonuçları Toplantısı. Ankara, 1988. P. 159.
10. *Empereur J.-Y., Picon M.* // *Des Ateliers d’amphores à Paros et à Naxos. I. Études*. Bulletin de correspondance hellénique (CX). 1986. V. 110. № 2. P. 495. <https://doi.org/10.3406/bch.1986.4761>