

© 1992 г.

К РЕКОНСТРУКЦИИ АНТИЧНОЙ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА И МОДЕЛИРОВАНИЯ ДРЕВНЕГРЕЧЕСКИХ АМФОР

Как известно, в античном ремесле было широко распространено изготовление продукции по образцам-прототипам, причем есть основания предполагать существование практики официального утверждения таких прототипов, следование которым было условием для выпуска продукции. Яркий пример такой практики — античная черепица. Сохранились прямые археологические свидетельства существования черепичных моделей — в разное время в Малой Азии, на Сицилии и в Афинах были найдены мраморные стелы с вырезами, куда устанавливались эталонные

черепицы-модели¹. Надо полагать, что стелы выставлялись на агоре для всеобщего обозрения и руководства.

Видимо, аналогичные правила действовали и в отношении других видов стандартной керамической продукции. Косвенным образом об этом свидетельствуют многочисленные находки клейменых мерных сосудов на Афинской Агоре в районе Толоса² и в других местах, в том числе в Северном Причерноморье³. Эти официальные меры предназначались прежде всего для контроля за розничной торговлей продуктами⁴, а кроме того, видимо, для проверки емкости каких-то более крупных стандартных изделий. Можно высказать предположение, что модели амфор также выставлялись на агоре или хранились в специальном здании типа палаты мер, каковым иногда считается, например, афинский Толос. Хотя моделей амфор до сих пор не найдено⁵, сомневаться в их существовании не приходится. У Афиня сохранилось свидетельство (XI.784) о том, что прототип амфоры для своей новой столицы Кассандр заказывал у самого Лисиппа⁶.

Естественно, что любой эталон, тем более образец керамической тары, предусматривал совершенно определенный стандарт емкости. Обмеры серии пифосов как будто дают основания утверждать, что для них существовали стандартные меры⁷. Любопытно мнение М.Лэнг по поводу интерпретации известной надписи с о-ва Фасос. Она полагает, что в этом документе указаны декретированные размеры пифоса, которые, по ее мнению, рассчитывались по одной из формул Герона⁸. Исследовательница была первой, кто привлек математические фрагменты из сочинений Герона Александрийского для осмысления некоторых вопросов античной метрологии. В частности, она предположила, что формулы Герона или близкие им могли использоваться и для расчета стандартов античных амфор. Тем самым разработке гипотезы о строгой стандартизации керамической тары⁹ был дан новый толчок.

Однако прошло несколько десятилетий, прежде чем были получены более или менее надежные результаты по конкретным стандартам амфор разных центров. Наибольших успехов в этой области добился И.Б.Брашинский, собравший и обработавший огромный фактический материал¹⁰. Он пришел к выводу, что греческие остродонные амфоры моделировались и выпускались в расчете на определенные, часто локальные, стандарты емкости. Некоторые из этих стандартов И.Б.Брашинскому удалось реконструировать¹¹. В отдельных случаях расчет пред-

¹ Stevens G.P. A Tile Standard in the Agora of Ancient Athens // *Hesperia*. 1950. XIX. P. 174. Pl. 82; Брашинский И.Б. Методы исследования античной торговли. Л., 1984. С. 69.

² Lang M., Crosby M. Weights, Measures and Tokens // *The Athenian Agora*. 1964. X. P. 39, 47, 58 ff.

³ Блаватский В.Д. Земледелие в античных государствах Северного Причерноморья. М., 1953. С. 20. Рис. 81, 82; Белов Г.Д. Эллинистический дом в Херсонесе // ТГЭ. 1962. Т. 7. С. 153; Коровина А.К. Раскопки древней Тмутаракани-Гермонассы // АО 1976 г. М., 1977. С. 105; Кац В.И., Монахов С.Ю. Амфоры эллинистического Херсонеса с поселения Панское I // АМА. 1977. Вып. 3. С. 105.

⁴ См. декрет из Афин конца II в. до н.э. (IG II/II².1013), где говорится, что продажа орехов и миндаля должна проводиться с помощью мерных сосудов.

⁵ Известна уникальная херсонесская амфора с клеймом «государственное», которая могла бы считаться моделью, если бы были найдены другие амфоры этого типа и стандарта. См.: Монахов С.Ю. Еще раз о стандартах емкости амфор эллинистического Херсонеса // ВДИ. 1980. № 4. С. 171.

⁶ Имя великого скульптора свидетельствует о том значении, которое греки придавали эстетике эталонного образца.

⁷ Николаенко Г.М. Метки на античных пифосах // Херсонес Таврический. Ремесло и культура. Киев, 1974. С. 29.; Брашинский И.Б. Урартские карасы: проблемы метрологии и стандартов // ИФЖ. 1978. № 1. С. 141 сл.

⁸ Lang M. A New Inscription from Thasos: Specifications for a Measure // *BCH*. 1952. 76. P. 18. См. также Брашинский. Методы... С. 70.

⁹ Граков Б.Н. Тара и хранение сельскохозяйственных продуктов в классической Греции VI-IV вв. до н.э. // ИГАИМК. 1935. Вып. 108. С. 174 сл.; Grace V. Standard Pottery Containers of the Ancient Greek World // *Hesperia*. 1949. Suppl. VIII. P. 175 ff.

¹⁰ Брашинский. Методы... С. 67. Прил. I. Оценку работ И.Б. Брашинского см.: Garlan Y. De l'usage par les historiens du material amphorique grec // *Dialogues d'histoire ancienne*. 1985. No. 11. P. 239 ff.

¹¹ Брашинский. Методы... С. 94 сл.

полагаемого прототипа, по его мнению, мог проводиться по героновской формуле «пифоида»¹². Что же касается амфор «непифоидных» типов, то принципы расчета их стандартов остались для И.Б.Брашинского неясными, о чем он пишет совершенно определенно¹³.

Продолжая исследования в этом направлении, одному из авторов настоящей статьи удалось на материалах эллинистического Херсонеса показать вероятность использования при проектировании моделей амфор конической формы второй формулы Герона — формулы «сфероидного» пифоса¹⁴. Кроме того, была сделана попытка выяснить иные, неизвестные по источникам формулы расчета объемов керамической тары¹⁵.

В ходе дальнейших исследований, однако, стало очевидно, что близость рассчитанных по формулам Герона предполагаемых стандартов к реальным объемам тары отнюдь не означает, что в древности расчет прототипа амфор проводился именно таким образом. Ведь Герон определенно ведет речь о пифосах, форма которых несравненно проще формы амфоры. В таком случае остается неясным, почему же расчет емкости амфор путем подстановки их размеров в одну из двух формул Герона в отдельных случаях дает удовлетворительный результат?

Видимо, необходимо еще раз обратиться к анализу текста Герона¹⁶. В интересующих нас параграфах (§ 19–21) речь идет о конкретных математических задачах на определение объемов пифосов разной формы (причем мы не знаем, в чем же заключается различие между этими пифосами). В первых двух случаях определя-

ется объем пифоида и сфероидного пифоса по формуле $V \doteq KN_0 \left(\frac{D+d}{2} \right)^2$, где «К» — коэффициент, равный в случае с пифоидом $11/14 (\pi/4)$, а в случае со сфероидом — $11/21 (\pi/6)$. Объем еще одного, так называемого «другого» пифоса, Герон вычисляет по той же формуле, что и пифоида, но диаметры стоят в иной последовательности: $V = 11/14 N_0$. Причины выделения третьей формулы, математически ничем не отличающейся от первой, остаются непонятными нам и сейчас. Однако важно другое. В общепринятых обозначениях все формулы Герона имеют вид: $V_{\text{теор.}} = [\text{коэффициент}] \times [\text{глубина вместилища}] \times [\text{половина суммы двух диаметров в квадрате}]$. Поскольку пифос заполнялся до самого верха, глубина его теоретического стандарта равняется глубине вместилища.

Иное дело амфора, которая не заполнялась до самого устья. Ее теоретический стандарт всегда должен был быть несколько меньше реальной емкости. По нашему мнению, в объем стандарта амфоры не входил объем горла (целиком или частично). Другими словами, горло не выполняло функции вместилища продукта, но было необходимо для других целей: его удобно было запечатать пробкой, оно облегчало переноску сосудов, не позволяло расплескаться содержимому при выливании¹⁷, способствовало лучшему сцеплению амфор в трюме корабля и др. Таким образом, мы приходим к выводу, что поскольку глубина амфоры значительно превышает уровень заполнения стандарта, она не могла использоваться в теоретических расчетах стандарта модели. «Глубина вместилища» амфоры скорее всего соответствует глубине сосуда без горла $H_0 - H_3 = H_4$. Именно эта величина H_4 для амфор является реальной «глубиной вместилища». Следовательно, можно предположить, что расчет стандарта моделируемой амфоры велся по формуле $V = KN_4 D_{\text{ср.}}^2$, где $D_{\text{ср.}}$ — половина суммы диаметра тулова и диаметра устья, а «К» — коэффициент, величина которого определялась формой сосуда точно так же, как и

¹² Там же. С. 77.

¹³ Там же. С. 81 сл.

¹⁴ Монахов. Ук. соч. С. 167 сл.

¹⁵ Там же. С. 172; Монахов С.Ю. О некоторых особенностях расчета стандартных мер емкости остроногих амфор // АМА. 1986. Вып. 6. С. 108 сл.

¹⁶ Metrologicorum scriptorum reliquiae. Bd I. Lipsiae, 1864. S. 202 sqq. No. 19–21.

¹⁷ Koehler C.G. Handling of Greek Container Amphoras // BCH. 1986. Suppl. XIII. P. 58. Fig. 9.

в случае с пифосами. Таких коэффициентов не должно быть слишком много, иначе теряется строгость в расчетах. Выбор коэффициента определялся в конечном счете профилем тулова, в меньшей степени — профилировкой плеч. Весьма вероятно, что значения коэффициентов строго различались и хронологически — давно замечено, что в классическое и раннеэллинистическое время прослеживается тенденция вытягивания тары¹⁸.

Реально сам процесс моделирования амфор нам представляется в следующем виде. Берясь за заказ на изготовление прототипа нового вида амфоры, мастер обязывался выполнить главное условие — создать сосуд с обусловленным объемом (в хоях, гектах и т.п.). При этом он волей-неволей исходил из господствующих в данное время вкусов, которые и определяли основные очертания сосуда. Под предварительный эскиз прототипа проводился математический расчет нужного стандарта путем подстановки двух основных параметров (H_4 и D_{cp}) при определенном коэффициенте, обусловленном выбранной формой. Подобрал нужные цифры, которые обеспечивали необходимый стандарт, мастер как бы достраивал амфору, раскладывая D_{cp} на составные параметры D (наибольший диаметр) и d (диаметр устья) и добавляя к глубине вместилища (H_4) горло с венцом (H_3), рунку и ножку. Видимо, при этом соблюдались определенные принципы пропорциональности типа тех, что выявлены в античной архитектуре¹⁹. Можно даже предположить, что при проектировании прототипа стандарта за основу брался один из параметров — например диаметр устья²⁰.

Для проверки данной гипотезы нужна достаточно представительная выборка амфор с полным набором метрических признаков (H_0 , H_1 , H_3 , D_1 и d)²¹ и фактическим замером емкости²². Собственно говоря, больше нужны не столько названные, сколько производные от них параметры $H_4 = H_0 - H_3$, $H_5 = H_0 - H_1$, $D_{cp} = \frac{D_1 + d}{2}$.

Для характеристики степени «припухлости» тулова мы посчитали необходимым ввести еще один параметр — D_2 — внутренний диаметр тулова на половине высоты реального вместилища стандарта (на высоте $H_4/2$).

Такая выборка должна включать амфоры разных центров в широком хронологическом диапазоне. Причем желательно было бы иметь по каждому типу амфор, точнее типостандарту, микровыборку хотя бы в несколько сосудов, чтобы оперировать средними значениями линейных размеров. Такое условие удалось соблюсти, к сожалению, в отношении только некоторых типостандартов (херсонесские амфоры, некоторые группы фасосских, синопских, гераклеийских и др.). От попытки использовать богатейший материал из метрологических таблиц И.Б.Брашинского²³ пришлось отказаться, так как там отсутствуют некоторые необходимые нам параметры. В конечном счете удалось собрать данные по 61 типостандарту Фасоса, Хиоса, Синоп, Гераклеи, Лесбоса, Самоса, Менды, Херсонеса, Амастрии, Солохи I, Солохи II и нескольким неустановленным средиземноморским центрам (рис. 1). Всего обработано 164 амфоры, суммарно датирующихся от конца VI до II в. до н.э. (табл. 1–4). Их

¹⁸ Брашинский. Методы... С. 81.

¹⁹ Брунов Н. Пропорции античной и средневековой архитектуры. М., 1936. С.18 сл.; Михайлов Б.П. Витрувий и Эллада. Основы античной теории архитектуры. М., 1967. С. 137 сл.

²⁰ В отдельных случаях принцип пропорциональности мог нарушаться. Это бывало тогда, когда создавалась фракционная амфора на базе существующего стандарта. При этом чаще всего для уменьшения объема уменьшали один или два основных параметра. См. Монахов. Еще раз о стандартах... Табл. 1.

²¹ Для расчетов стандартов следует пользоваться не наибольшим диаметром тулова (D), а наибольшим внутренним диаметром тулова (D_1), т.е. D без толщины стенок; H_1 — высота верхней части амфоры от линии наибольшего диаметра до венца.

²² Опытным путем мы пришли к выводу, что можно использовать и расчет емкости амфоры по обмерному чертежу в натуральную величину, суммируя объемы усеченных конусов, на которые условно разбивается тело сосуда. См. Николаенко. Метки... С. 29.

²³ Брашинский. Методы... Прил. I.

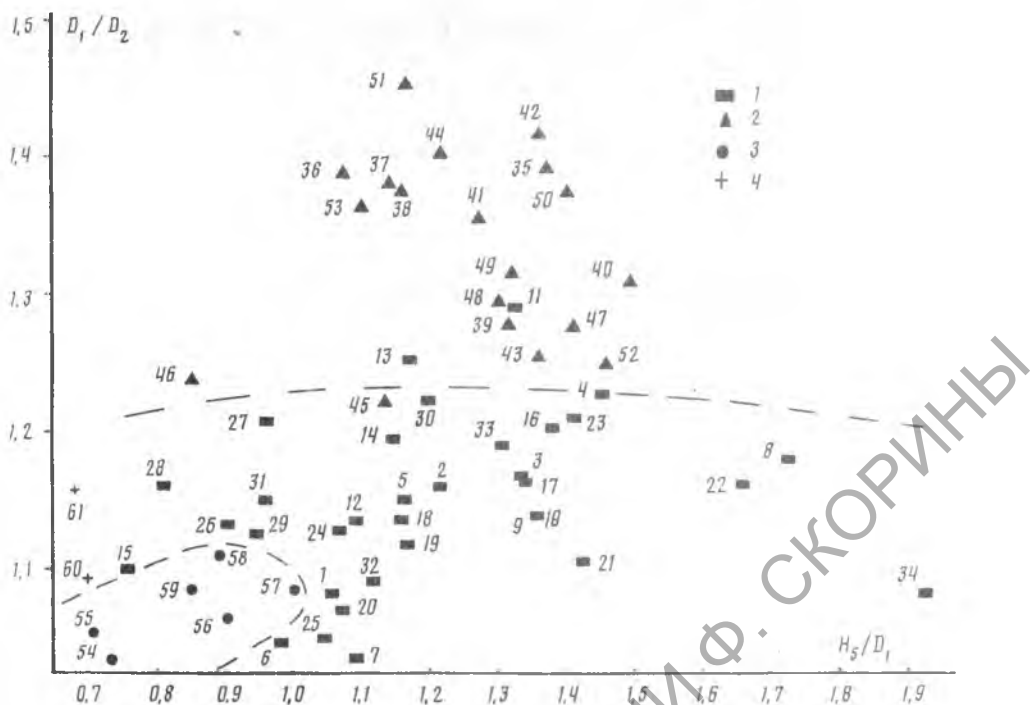


Рис. 1. Распределение типо-стандартов на основании соотношения параметров. 1 — пифоидный типо-стандарт; 2 — конический типо-стандарт; 3 — шаровидный типо-стандарт; 4 — типо-стандарты, стоящие особняком. № 1–61 — номера типо-стандартов по табл. 1–4

группировка по типо-стандартам осуществлялась на основе единого принципа — близости или совпадения основных линейных размеров, фактической емкости и единства профиля²⁴. По каждому типо-стандарту были подсчитаны средние значения основных параметров. С этими значениями и велась дальнейшая работа.

Наша гипотеза о том, что расчет прототипа тары проводился по формуле $V = K H_4 D_{cp}^2$, будет верна в том случае, если одно и то же значение коэффициента окажется приемлемым для расчета стандартов достаточно большого числа типо-стандартов амфор близкой формы. В конечном счете мы должны получить несколько групп типо-стандартов, причем основным критерием группировки должно быть постоянное значение коэффициента «К».

Для начала мы рассчитывали предполагаемые стандартные меры для каждого типо-стандарта по гипотетичной формуле с наиболее простым и потому самым естественным значением $K=1$. Сравнивая полученные значения с фактическим объемом амфор, нам удалось выделить 34 типо-стандарта, теоретический объем которых был близок, главным образом образом немного меньше фактического объема (табл. 1). Иллюстрации показывают, что для всех типо-стандартов первой группы характерны некоторые закономерности формы — у них тулово всегда описывается кривой, близкой к параболе, т.е. оно имеет большую или меньшую «припухлость» (табл. 5–7). Поскольку в этой группе оказались все выделенные ранее «пифоидные» типы амфор, мы посчитали возможным назвать всю группу «пифоидной».

Также легко удалось выделить вторую группу в 19 типо-стандартов, для которых

²⁴ Когда типо-стандарт представлен несколькими сосудами, в метрологические табл. 1–4 вошли средние значения параметров. В таблицы иллюстраций в этих случаях включался один образец.

№ типо-стан- дарта п/п	типо-стандарт	№ амфор п/п	параметры в мм						$V_{\text{факт.}}$ в литр	$V_{\text{теорет.}}$ в литр	H_5/D_1	D_1/D_2	хроноло- гия
			H_0	H_4	H_5	D_1	$D_{\text{ср.}}$	D_2					
1	Фасос I*	1	600	505	360	342	211	316	25,25	22,48	1,053	1,082	3/4 V
2	Фасос II	2-4	584	479	361	298	188	257	17,70	16,93	1,211	1,160	2 пол. V
3	Фасос III(1)	5	600	475	350	262	168	225	14,12 (м)	13,41	1,336	1,164	3/4 V
4	Фасос III(2)	6	654	549	412	284	180	232	17,60 (м)	17,79	1,451	1,224	—
5	Фасос III(3)	7	498	383	294	253	163	220	10,36 (м)	10,18	1,162	1,150	—
6	Хиос I	8	655	515	340	348	234	332	29,35	28,20	0,977	1,048	к. VI — н. V
7	Хиос II	9	640	548	345	316	205	305	23,50	23,03	1,092	1,036	2/4 V
8	Хиос III	10	732	572	472	274	174	232	19,27 (м)	17,32	1,723	1,181	3/4 V
9	Хиос IV (1)	11, 12	674	538	419	308	195	270	23,35	20,46	1,360	1,141	—
10	Хиос IV (2)	13, 14	569	448	353	260	170	228	12,90	12,95	1,358	1,140	—
11	Самос	15	603	493	393	297	190	230	17,80	17,80	1,323	1,291	сер. V
12	Лесбос II	16	674	514	349	320	200	282	21,52 (м)	20,56	1,091	1,135	3/4 V
13	Гераклея I(1)	17-22	581	395	301	257	166	205	10,70	10,88	1,171	1,254	1/4 IV
14	Гераклея I(2)	23	503	307	238	208	143	174	6,43	6,28	1,144	1,195	2/4 IV
15	Солоха I	24	444	329	234	310	195	282	13,63 (м)	12,51	0,755	1,099	сер. IV
16	Солоха II(1)	25	770	565	470	340	207	282	27,94	24,21	1,382	1,206	сер. IV
17	Солоха II(2)	26	718	458	388	290	191	245	16,50	16,70	1,338	1,184	—
18	Херсонес I-A-1	27-33	657	513	404	350	219	308	29,10	24,60	1,154	1,136	3/4 IV
19	Херсонес I-A-2	34-36	655	496	386	332	210	297	23,40	21,87	1,163	1,118	—
20	Херсонес I-A-3	37-39	633	500	377	353	228	330	30,30	25,99	1,068	1,070	к. IV-н. III
21	Херсонес I-B	40-77	643	495	401	282	185	255	17,90	16,94	1,422	1,106	—
22	Херсонес I-B	78-84	635	498	410	247	166	213	13,50	13,72	1,660	1,160	к. IV-1/2 III
23	Херсонес I-Г	85, 86	529	426	326	231	155	191	9,00	10,23	1,411	1,209	н. III
24	Херсонес V-A	87	600	440	330	310	200	275	19,50	17,60	1,065	1,127	1/2 II
25	Херсонес V-B	88	530	415	290	278	184	265	16,60 (м)	14,05	1,043	1,049	1/2 II
26	Синопа I	89	530	355	240	266	169	235	9,50	10,14	0,902	1,132	1/4 IV
27	Синопа II(1)	90	614	429	324	338	213	280	20,60	19,46	0,959	1,207	2/4 IV
28	Синопа II(2)	91	524	384	264	326	202	280	15,50	15,67	0,810	1,164	2/4 IV
29	Синопа III(1)	92	620	468	340	358	221	318	25,30 (м)	22,86	0,950	1,126	3/4 IV
30	Синопа III(2)	93, 94	635	472	375	314	199	257	18,55	18,69	1,194	1,222	н. III
31	Синопа III(3)	95-97	508	349	251	262	169	235	10,13	9,97	0,958	1,115	к. IV-н. III
32	Синопа III(4)	98	596	413	296	264	177	242	13,61 (м)	12,94	1,121	1,091	II
33	Южный Понт	99	532	377	287	220	146	185	8,10	8,04	1,305	1,189	IV-III
34	Кос	100	820	630	520	270	179	250	21,50	20,19	1,926	1,080	II

Таблица 2

Типо-стандарты «конической» формы $V_{\text{теор.}} = \frac{11}{14} H_4 D_{\text{ср}}^2$

№ типо-стан- дарта п/п	типо-стандарт	№ амфор ц/л	параметры в мм						V _{факт} в литр	V _{теорет.} в литр	H ₅ /D ₁	D ₁ /D ₂	хроноло- гия
			H ₀	H ₄	H ₅	D ₁	D _{ср.}	D ₂					
35	Фасос IV*	101	620	500	400	292	183	210	15,14 (м)	13,16	1,369	1,390	3/4 V
36	Фасос V(1)	102, 103	534	372	297	278	179	200	10,10 (м)	9,37	1,068	1,390	3/4 V
37	Фасос V(2)	104	640	460	365	320	205	232	18,50	15,19	1,141	1,379	к. IV
38	Фасос VI(1)	105	510	350	270	234	157	170	6,90	6,78	1,153	1,376	1/4 IV
39	Фасос VI(2)	106, 107	596	421	297	226	150	177	8,60	7,43	1,314	1,277	2/4 IV
40	Хиос V	108	605	430	360	242	158	185	10,30	8,47	1,488	1,308	1/4 IV
41	Хиос VI(1)	109	615	360	305	240	161	177	8,15	7,33	1,271	1,356	1/4 IV
42	Хиос VI(2)	110–112	871	556	460	339	216	239	21,75	20,38	1,357	1,418	2/4 IV
43	Средиземн. 1	113	548	348	263	194	131	155	5,70	4,69	1,356	1,252	1/4 IV
44	Херсонес ПА	114–129	464	325	254	209	137	149	5,30	4,79	1,215	1,403	к. IV–1/2 III
45	Херсонес ПБ	130–133	382	278	206	182	125	149	3,70	3,40	1,132	1,221	н. III
46	Херсонес ПГА	134, 135	561	289	231	272	181	220	9,60	7,44	0,849	1,236	к. IV–н. III
47	Херсонес IV	136	525	315	260	185	133	145	5,47 (м)	4,38	1,405	1,276	к. IV
48	Геракля IA(1)	137–141	615	400	314	242	156	187	9,68	7,65	1,298	1,294	2/4 IV
49	Геракля IA(2)	142, 143	567	347	274	208	139	158	6,35	5,27	1,317	1,316	сер. IV
50	Геракля II	144–148	623	385	315	225	150	164	7,66	6,33	1,400	1,372	сер. –3/4 IV
51	Геракля ПА	149–152	480	311	249	215	145	148	4,77	5,01	1,158	1,453	н. III
52	Геракля ПБ	153	613	428	308	212	140	170	7,80	6,59	1,453	1,247	3/4 IV
53	Амастрий	154	540	320	240	218	153	160	6,25 (м)	5,89	1,101	1,363	к. IV

Таблица 3

Типо-стандарты «шаровидной» формы: $V_{\text{теорет.}} = \frac{8}{7} H_4 D_{\text{ср.}}^2$

№ типо-стандарт дарт п/п	типо-стандарт	№ амфор п/п	параметры в мм						$V_{\text{факт.}}$ в литр	$V_{\text{теорет.}}$ в литр	H_5/D_1	D_1/D_2	хронология
			H_0	H_4	H_5	D_1	$D_{\text{ср.}}$	D_2					
54	Менда I(1)*	155, 156	528	410	260	355	222	343	25,45	23,09	0,732	1,035	3/4 V
55	Менда I(2)	157	535	430	265	375	230	355	27,00	25,39	0,707	1,056	3/4 V
56	Средиземн. 2	158	710	510	355	394	240	370	37,30	33,57	0,901	1,065	сер. IV
57	Средиземн. 3	159	638	503	368	365	225	337	31,50 (м)	29,10	1,008	1,083	3/4 V
58	Средиземн. 4.	160	668	488	338	380	230	342	30,17 (м)	29,50	0,889	1,111	сер. IV
59	Средиземн. 5	161	612	465	302	356	224	330	27,80 (м)	26,66	0,848	1,079	IV

Таблица 4

Типо-стандарты, стоящие особняком

№ типо-стандарт дарт п/п	типо-стандарт	№ амфор п/п	параметры в мм						$V_{\text{факт.}}$ в литр	$V_{\text{теорет.}}$ в литр	H_5/D_1	D_1/D_2	хронология
			H_0	H_4	H_5	D_1	$D_{\text{ср.}}$	D_2					
60	Менда II*	162, 163	550	385	270	386	235	353	24,87 (м)		0,699	1,093	1/4 IV
61	Лесбос I	164	460	315	216	318	187	275	11,25		0,679	1,156	к. VI-н. V

Индексы типо-стандартов амфор Фасоса, Хиоса и Синопы (I, II, III(1) и т.п.) условны и даны авторами с учетом примерной хронологии. Типо-стандарты Херсонеса имеют индексы согласно разработанной для тары этого центра классификации (см. *Моныхов С.Ю.* Амфоры Херсонеса Таврического IV-II вв. до н.э. Саратов, 1988). Для амфор Гераклии Понтийской сохранена индексация типов И.Б. Брашинского (Методы исследования... Табл. 7), но в скобках указан номер стандарта в пределах этого типа.

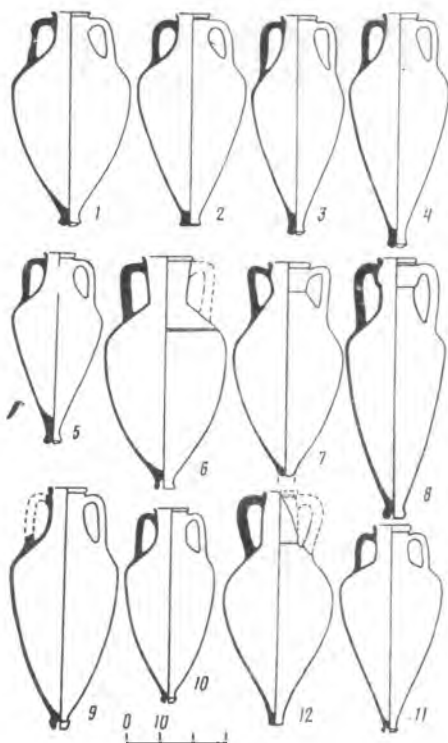


Табл. 5. Пифоидные типо-стандарты:
1-5 — Фасос; 6-10 — Хиос; 11 — Самос;
12 — Лесбос

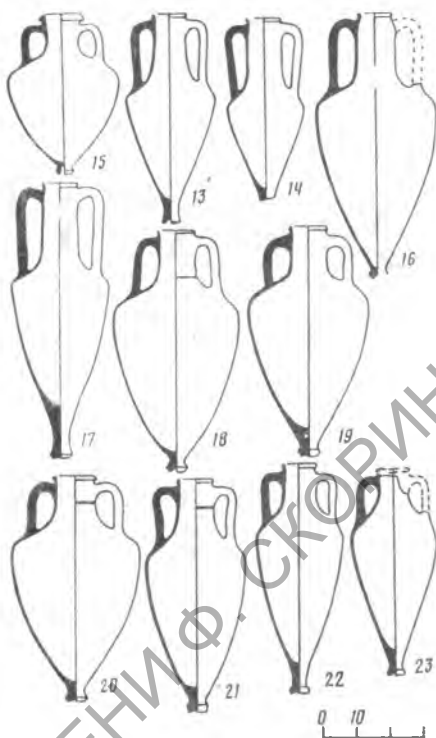


Табл. 6. Пифоидные типо-стандарты:
13-14 — Гераклея; 15 — Солоха I;
16-17 — Солоха II; 18-23 — Херсонес

приемлемым значением коэффициента K оказалось уже знакомое нам соотношение $11/14$ (табл. 2). Для всех вошедших в эту группу типов амфор также можно отметить общую черту в профилировке тулова — оно всегда имеет коническую, биконическую или близкую к тому форму (табл. 8-9). Естественно было назвать ее «конической».

Из оставшейся выборки выделилась небольшая группа в шесть типо-стандартов амфор шаровидной формы (табл. 3, 10). Для них значение коэффициента K больше единицы и, скорее всего, близко к $8/7$ (что соответствует $4/11\pi$).

Два типо-стандарта амфор Лесбоса и Менды не вошли ни в одну из трех групп, стоят особняком и отличаются своеобразной формой тулова, напоминающей луковицу (табл. 4, 9).

После этой первичной разбивки было проведено уточнение правильности включения каждого типо-стандарта в одну из групп по другим критериям. Для этого мы взяли количественные параметры, наиболее полно характеризующие форму тулова, профилировка которого определяет в конечном счете принадлежность типо-стандартов к одной из групп. Наиболее информативной оказалась корреляционная зависимость значения отношения H_5/D_1 от значения отношения D_1/D_2 (рис. 5). Отложив на графике с осями координат точки, соответствующие каждому типо-стандарту, мы получили довольно четкую картину распределения, где каждой из трех выделенных групп соответствует своя область с присущими ей границами. Вместе с тем, на графике видно, что в каждой области есть свое ядро и периферия, а кроме того, что в пределах первых двух областей имеются «чужие» типо-стандарты. Естественно, все это требует своего объяснения.

В «пифоидной» группе основная масса стандартов укладывается для параме-

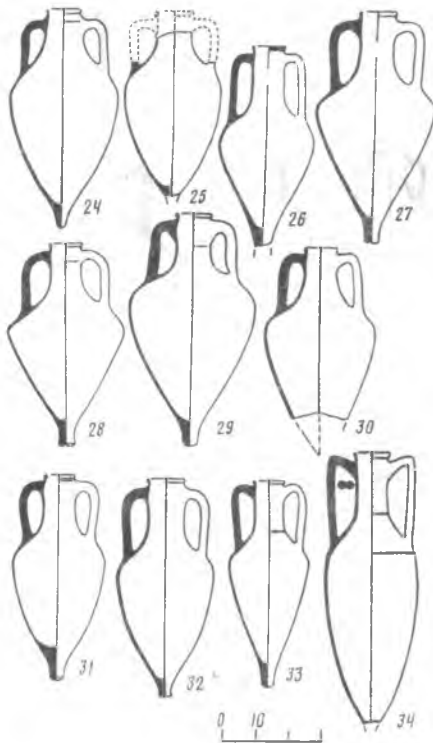


Табл. 7. Пифоидные типо-стандарты:
24–25 — Херсонес; 26–32 — Синопа;
33 — Южный Понт; 34 — Кос

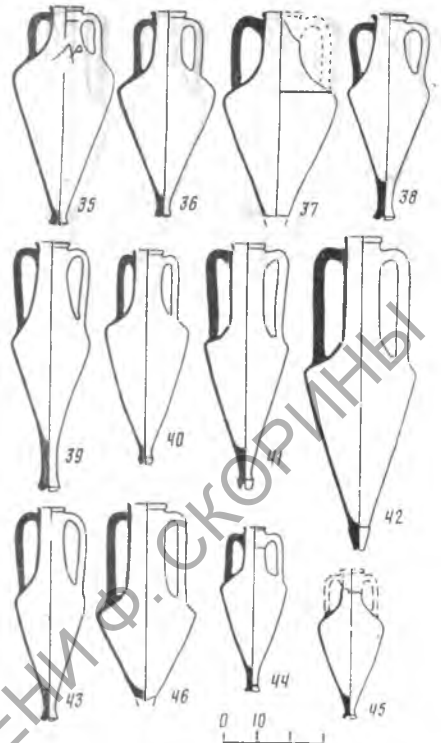


Табл. 8. Конические типо-стандарты:
35–39 — Фасос; 40–42 — Хиос; 43 —
Средиземноморье; 44–46 — Херсонес

тра H_5/D_1 в рамках значений 0,810–1,723 (исключения — № 15, 34), а для параметра D_1/D_2 — в рамках 1,036–1,224 (исключения — № 11 и 13). Косский типо-стандарт № 34 оказался на периферии группы из-за крайне вытянутой сигарообразной формы тулова, при которой D_{cp} примерно в три раза меньше H_4 . Нам представляется, что подобное смещение центра «пифоидной» группы вправо, в сторону относительного увеличения значения H_5/D_1 будет характерно для большей части тары позднеэллинистического времени.

Особое место среди «пифоидных» типо-стандартов — на границе с областью распространения «шаровидных» амфор — занимают тип хиосской тары с воронковидным горлом (№ 6) и тип Солоха I (№ 15). Искажения типичных «пифоидных» очертаний у них произошло за счет относительного увеличения по сравнению с другими пифоидами значений D_1 и D_2 , что сближает их с амфорами третьей группы. Пифоидный типо-стандарт № 11 (самосская амфора) вышел за границы группы из-за весьма специфической формы тулова, которое имеет удлиненную, почти коническую профилировку при покатых и «припухлых» плечах. Другими словами, здесь сочетаются признаки как пифоидной, так и конической групп.

Основная масса «конических» типо-стандартов разместилась в интервалах значений: для $H_5/D_1 = 1,068–1,488$ (исключение — № 46), для $D_1/D_2 = 1,236–1,453$ (исключение — № 45). Отклонение от основного ядра «конических» сосудов стандарта № 46 (херсонесские амфоры варианта III-A) обусловлено относительно малой глубиной полезного вместилища H_4 . Несколько сложнее обстоит дело со стандартом № 45 (херсонесская тара варианта II-B), очутившимся в границах первой группы, видимо, из-за легкой припухлости тулова.

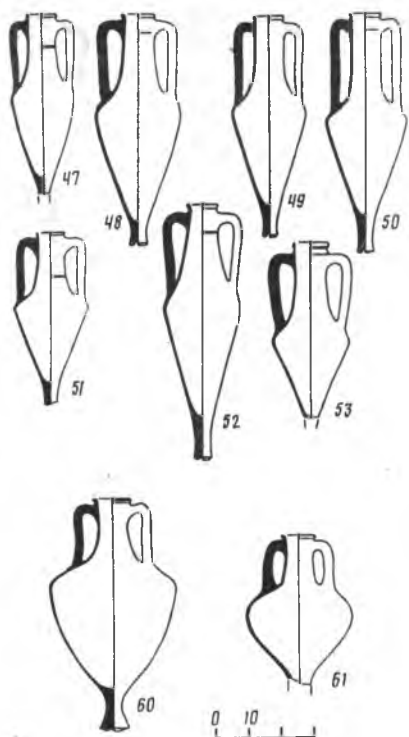


Табл. 9. Конические типо-стандарты (№ 47–53) и типо-стандарты, стоящие особняком (№ 60, 61): 47 — Херсонес; 48–52 — Гераклея; 53 — Амастрий; 60 — Менда; 61 — Лесбос

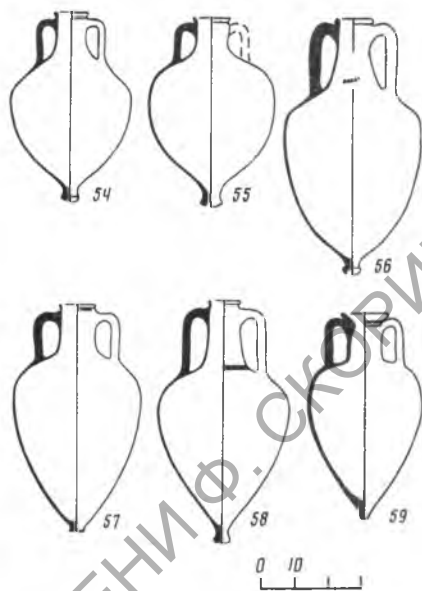


Табл. 10. Типо-стандарты шаровидной формы: 54–55 — Менда; 56–59 — Средиземноморье

Третья группа типо-стандартов, «шаровидной» формы, на графике разместилась весьма компактно в нижнем левом углу. Но и здесь присутствуют формы, видимо, переходные по отношению к пифоидам (№57 ?).

Для пифоидных амфор расчет теоретического стандарта по формуле с коэффициентом, равным единице, как видно из таблицы 1, дает в подавляющем большинстве случаев вполне удовлетворительный результат: $V_{\text{теор}}$ меньше $V_{\text{факт.}}$ в среднем на 4%. Однако есть исключения — это типо-стандарты № 13, 17, 22, 26, для которых теоретический объем значительно отклоняется от приведенной разности. На наш взгляд, данное обстоятельство вызвано, с одной стороны, недостаточной разработанностью типологических схем, с другой — в ряде случаев непредставительностью микровыборок по этим типо-стандартам. При увеличении выборок неудовлетворительное сочетание $V_{\text{теор.}}$ и $V_{\text{факт.}}$, как показывает опыт, должно исчезать.

Типо-стандарты «конической формы» (вторая группа) просчитываются по формуле с коэффициентом 11/14. Среднее превышение $V_{\text{факт.}}$ над $V_{\text{теор.}}$ составляет 13%. Наибольшие отклонения дают стандарты № 40, 46, 48, 51 (табл. 2). В то же время корреляционный график в целом отражает большее единство второй группы типо-стандартов по сравнению с первой.

Для «шаровидных» типов разница между теоретическим и фактическим объемами при условии расчета с коэффициентом $\frac{8}{7}$ составляет около 7%, что является вполне удовлетворительным. Все наши образцы — продукция неустановленных средиземноморских центров второй половины V–IV в. до н.э. (табл. 3), но нет

сомнений, что время наибольшего распространения шаровидных амфор — вторая половина VI — первая половина V в. до н.э.²⁵

Таким образом, проделанный анализ позволяет считать сформулированную в начале работы гипотезу о существовании единой схемы расчета стандартов керамической тары при ее моделировании в основе своей доказанной. Расчет стандартов пифоса или амфоры осуществляется с учетом выбранной формы по единой формуле $V = KND_{cp}^2$. Для пифосов N равнялось глубине (H_0), для амфор — (H_4). Другими словами, так называемая формула (или схема) Герона была создана для единой формы вместилища, которая в принципе одинакова и у амфоры, и у пифоса.

Можно предположить, что данная схема расчетов стандартов была основной при первичном моделировании эталонов, но вариантов этой схемы существовало больше, чем сейчас известно. Неудивительно, что часть амфор даже нашей небольшой выборки не поддается расчетам по усредненным параметрам на основе выявленных коэффициентов.

Значения коэффициентов обуславливались конфигурацией не всей амфоры, а только ее вместилища. Самый простой и естественный пифоидный коэффициент ($K=1$), судя по всему, получил наибольшее распространение в V–IV вв. до н.э. По крайней мере, наблюдения за эволюцией хорошо представленных типов амфор Хиоса, Фасоса, Гераклеи и Синопы позволяют утверждать, что наиболее ранние образцы тары этих центров моделировались в рамках пифоидной группы. Синопская же тара с начала IV по II в. до н.э., т.е. на протяжении всего периода массового производства, сохраняет верность исключительно этой традиции. В остальных центрах на рубеже V–IV вв. до н.э. начинают появляться конические типостандарты, которые, однако, только в Гераклее Понтийской вытесняют пифоиды полностью. Для тары Херсонеса, первые образцы которой в третьей четверти IV в. также были типичными пифоидами, уже с конца этого столетия характерно сосуществование пифоидных и конических типов.

Дальнейшая работа по изучению типологии и стандарта емкости греческих амфор должна дать новые материалы для более глубокого понимания основных принципов моделирования керамики, а может быть, по-новому осветит некоторые страницы в истории античной математики.

²⁵ Roberts S.R. The Stoa Gutter Well. A Late Archaic Deposit in the Athenian Agora // *Hesperia*. 1986. 55. P. 62 ff. Pl. 17–19.

Приложение

Паспортные данные на амфоры, представляющие типостандарты в табл. 5–10

№ типостандарта	№ п/п амфоры	типостандарт	место и год находки	место хранения	инв. № п.о.	публикации
1	1	Фасос I*	Нимфей, 1978	ГЭ	НФ. 78	
2	4	Фасос II	Ольвия, 1985	ОЗ	Ол.85.354	
3	5	Фасос III(1)	Нимфей, 1978	ГЭ	НФ.78.118	
4	6	Фасос III(2)	—	—	НФ.78.117	
5	7	Фасос III(3)	—	—	НФ.78.121	МИАТ.№3
6	8	Хиос I	Ольвия, 1975	ЛОИА	ОЛ.75.1525	МИАТ.№9
7	9	Хиос II	— 1985	ОЗ	Ол. 85.345	
8	10	Хиос III	Горгиппия, 1985	ААМ	Зап.85.п.1	
9	11	Хиос IV (1)	Нимфей, 1978	ГЭ	НФ.78.115	МИАТ.№96
10	14	Хиос IV (2)	—	—	НФ. 78.116	МИАТ.№110
11	15	Самос	Ольвия, 1981	ЛОИА	Ол.81.543	
12	16	Лесбос II	— 1971	—	Ол.71.2620	МИАТ.№8
13	17	Гераклея I(1)	Панское I, 1986	—	К.13.м.1	

№ типо-стандарта	№ п/п амфоры	типо-стандарт	место и год находки	место хранения	инв. № п.о.	публикации
14	23	Геракля I(2)	—	—	М.048	
15	24	Солоха I	Керкинитида, 1953	ЕКМ	А-74	
16	25	Солоха II(1)	Панское I, 1972	ЛОИА	1/51.К.40	
17	26	Солоха II(2)	Ольвия, 1961	—		МИАТ.№7
18	27	Херсонес IA1	Панское I, 1972	—	К.41.а.1	ВДИ.1980.№4.
19	34	Херсонес IA2	Карагадеуашх, 1888	ГЭ	КУ.1888.1/47	Там же
20	37	Херсонес IA3	Херсонес, 1914	ГХЗ	35275	НЭ.ХI.Рис.3
21	40	Херсонес IB	Панское I, 1971	ЛОИА	У6/13,8/7	ВДИ.1980.№4
22	78	Херсонес IB	Херсонес, 1955	ГХЗ	64/36442	—
23	85	Херсонес II	Совхоз № 10	—	75/3630	—
24	87	Херсонес VA	Б.Кастель, 1982	ЧКМ	4/5	
25	88	Херсонес VB	Б.Кастель, 1986	—		
26	89	Синопа I	Панское I, 1986	ЛОИА	К.13. Тр.	
27	90	Синопа II(1)	Горгиппия, 1983	ААМ	Зап.83. Оп.96	
28	91	Синопа II(2)	Мирмекий, 1986	ЛОИА	М.86. Сп.40	
29	92	Синопа III(1)	Панское I, 1982	ЧКМ	У7/64.80/18	
30	93	Синопа III(2)	Керкинитида, б/п	ЕКМ		
31	96	Синопа III(3)	Елизав. мог.	РОМК	4363	МИАТ.№28
32	98	Синопа III(4)	Херсонес, 1961	ГЭ	Х.1961.74	
33	99	Южный Понт	Керчь, 1916	—	Д5.1916	
34	100	Кос	Ольвия, 1981	ОЗ	Ол.81.564	
35	101	Фасос IV	Нимфей, 1978	ГЭ	НФ.78.120	
36	102	Фасос V(1)	—	—	НФ.78.125	
37	104	Фасос V(2)	Панское I, 1985	ЧКМ	У7/99.142/58	
38	105	Фасос VI(1)	Панское I, 1986	ЛОИА	К.12.м.1	
39	107	Фасос VI(2)	—	—	К.48.м.1	
40	108	Хиос V	Ольвия, 1981	—		
41	109	Хиос VI(1)	Панское I, 1979	—	М.032	
42	110	Хиос VI(2)	Панское I, 1971	—	К.44.а.1	МИАТ.№142
43	113	Средиземн. 1	Панское I, 1973	—	М.04	МИАТ.№99
44	114	Херсонес ПА	Херсонес	ГХЗ	3285	ВДИ.1980.№4
45	130	Херсонес ПВ	Херсонес, 1953	ГЭ	Х.1953.108	
46	134	Херсонес ПИА	Чайка, 1968	КЕМ	А-26334	
47	136	Херсонес IV	Панское I, 1979	ЧКМ	У7/АО.20/31	
48	137	Геракля IA(1)	Панское I, 1972	ЛОИА	К.44.м.1	МИАТ.№157
49	142	Геракля IA(2)	Панское I, 1975	—	К.43.м.3	— №260
50	145	Геракля II	Панское I, 1971	ЛОИА	К.42.м.1	МИАТ.№231
51	149	Геракля ПА	Панское I, 1985	ЧКМ	У7/104.148/104	
52	153	Геракля III	Панское I, 1974	ЛОИА	К.32.м.2	— №220
53	154	Амастрий	Чайка, 1978	ЕКМ	ЧН-78/6	
54	155	Менда I(1)	Нимфей, 1978	ГЭ	НФ.78.124	— №39
55	157	Менда I(2)	Из моря, 1978	СГУ		
56	158	Средиземн. 2	Панское I, 1979	ЧКМ	У7/2.2/80	
57	159	Средиземн. 3	Нимфей, 1978	ГЭ	НФ.78.122	
58	160	Средиземн. 4.	Панское I, 1983	ЧКМ	У7/63.101/62	
59	161	Средиземн. 5	Горгиппия, 1983	АММ	Зап.83. Оп.168	
60	162	Менда II	Из моря, 1985	ЧКМ		
61	164	Лесбос I	Мирмекий, 1986	ЛОИА	М.86/266	

С.Ю.Монахов, В.Н.Слонов

CONCERNING THE ANCIENT METHODOLOGY OF COMPUTATION AND MODELLING OF THE GREEK AMPHORAS

S.Yu.Monakhov, V.N.Slonov

When dealing with trade in antiquity the knowledge of the real meaning of the measures of capacity of the pottery is of the first importance. None the less significant is the reconstruction of the ancient approach to the computation and modelling of the standard articles, which certainly existed in antiquity. The present paper contributes mainly to the analysis of that last problem. The authors draw the conclusion that the Greek world applied a to **common** method of computation of the standard amphoras expressed by the formula $V = KH_4D^2$, where K is the coefficient, H_4 — depth of the amphora without the neck, D_m — means diameter equal to the half of the total of diameters of the amphora's body and mouth ($\frac{D+d}{2}$). The coefficient K is determined by the adopted form of the desired model. The samples used by the authors make possible to distinguish at least three amphora types of different forms: pithoidal ($K = 1$), conic ($K = 11/14$) and globular ($K = 8/7$) which coexisted and at times replaced each other.