



СОДЕРЖАНИЕ СЕРЕБРА В СТАТЕРАХ ТЕЙРАНА И РЕКОНСТРУКЦИЯ ТЕХНИКИ СЕРЕБРЕНИЯ

М.Г. Абрамзон*, О.Л. Гунчина**, И.А. Сапрыкина***

**Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,
Магнитогорск, Россия*

abramzon-m@mail.ru

***Государственный историко-археологический музей-заповедник «Фанагория»,
пос. Сенной, Темрюкский р-н, Краснодарский край, Россия*

gunchino@mail.ru

****Институт археологии РАН, Москва, Россия*

dolmen200@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются результаты РФА-спектроскопии 161 статера Тейрана из Фанагорского клада 2011 г., образующих крупнейший гомогенный комплекс монет этого царя. Одна цель исследования состояла в определении содержания серебра в монетном сплаве, другая заключалась в реконструкции технологии серебрения боспорских статеров после 275/276 г. н.э. Исследование показало стабильно низкое содержание серебра в статерах Тейрана, в среднем от 5 до 6–9%. Эти монеты сопоставимы с антонинианами Аврелиана, Тацита, Флориана и других императоров, как по проценту серебра в сплаве, так и наличию серебряного покрытия. И статеры Тейрана, и синхронные им римские антонинианы были отчеканены из сплава на медной основе, включающего от 3–4% (иногда и немного больше) серебра, и покрыты тонким слоем серебра, который быстро стирался, отчего монеты выглядели как чисто медные. Новые данные демонстрируют, что боспорский монетный двор следовал римской тенденции в решении проблемы деградации серебряных монет и использовал различные приемы их серебрения, что особенно очевидно для чеканки Савромата IV и Тейрана.

Исследование показало, что если статеры Рескупорида V, чеканившиеся из низкопробного серебра по 267/268 г. н.э., не имеют следов нанесения серебряного покрытия, то статеры Тейрана, содержавшие еще меньше серебра в сплаве, подвергались серебрению поверхности. Возможно, серебрение монет достигалось в результате обертывания кружков-заготовок в серебряную фольгу, нагреваемую как минимум до 950°, а затем те подвергались холодной проковке.

Абрамзон Михаил Григорьевич – доктор исторических наук, профессор, директор НИИ исторической антропологии и филологии Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова.

Гунчина Ольга Леонидовна – начальник отдела реставрации Государственного историко-археологического музея-заповедника «Фанагория», художник-реставратор высшей категории.

Сапрыкина Ирина Анатольевна – кандидат исторических наук, научный сотрудник Отдела сохранения археологического наследия Института археологии Российской академии наук.

Работа выполнена при поддержке РФФИ. Проект № 16-06-00217.

Ключевые слова: Боспор, Тейран, монетное дело, монетная техника, статеры, процесс серебрения, РФА-спектроскопия

ПОСТАНОВКА ЦЕЛЕЙ И ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Такие аспекты позднебоспорского монетного дела, как процентное содержание серебра в статерах Тейрана и техника их серебрения после 275/276 г. н.э. оставались практически не изученными до сих пор, поскольку РФА-спектроскопии подвергались лишь единичные экземпляры его статеров из собраний ГИМ (всего 6 экз.)¹ и ГЭ (2 экз.)². Это количество исследованных монет представляет явно недостаточную репрезентативную выборку для универсальных заключений. Утверждалось, например, что в 275/276 г. н.э. состоялся последний выпуск статеров Савромата IV и Тейрана с содержанием серебра 50%, далее серебро постепенно исчезает из состава металла, и его место занимают сначала медь, а затем все увеличивающиеся пропорции олова и свинца³. Анализ химического состава металла экземпляров из ГЭ так же привел исследователей к выводу о том, что со времени Савромата IV и Тейрана статеры окончательно потеряли в своем составе драгоценные металлы и стали чеканиться из свинцово-оловянной бронзы с большим содержанием свинца⁴. Данные выводы нуждаются в корректировке.

В 2016–2017 гг. в лаборатории Государственного историко-археологического музея-заповедника «Фанагория» проводилось исследование химического состава монетного сплава 3695 статеров из крупнейшего позднебоспорского клада, найденного в 2011 г. во время работ Фанагорийской археологической экспедиции ИА РАН на некрополе Фанагории⁵. Полнота состава этого огромного комплекса открывает новые возможности для детального изучения техники изготовления статеров в III в. н.э. Все монеты клада исследовались методом РФА-спектроскопии; кроме того, репрезентативная выборка – 30 экз. (в том числе и три монеты царя Тейрана – № 2239, 2240, 2242) подверглась изучению методами нейтронной томографии, дифракции и металлографического анализа⁶.

Целью настоящей статьи является публикация результатов исследования методом РФА-спектроскопии 160 статеров Тейрана из Фанагорийского клада 2011 г., составляющих крупнейший гомогенный комплекс монет этого царя. Задачами исследования являлись как определение содержания серебра в монетном сплаве, так и реконструкция техники серебрения позднебоспорских статеров после 275/276 г. н.э.

¹ Монеты из ГИМ: № 5265 (572 г. б.э.) – 50% Ag; 5266 (572 г. б.э.) – 0,02% Ag; 5278 (573 г. б.э.) – 3–10% Ag; 5270 (573 г. б.э.) – 0,05% Ag; 5279 (574 г. б.э.) – 4,0% Ag; 5283 (575 г. б.э.) – 3,5% Ag. См. Фролова 1997, 72, 75.

² ГЭ 29604 (572 г. б.э.). См. Смекалова, Дюков 2001, 96.

³ Фролова 1997, 72–73, 148. Данные Фанагорийского клада 2011 г., в котором монет Савромата IV и Тейрана содержится вдвое больше, чем было известно до сих пор, не подтверждают информацию о том, что содержание серебра в статерах этих царей составляло более 50%. Лишь в одном статере Савромата IV содержание серебра в разных точках поверхности варьируется от 8.35 до 35.28% (Сапрыкина, Гунчина 2017, 427, № 2222), что связано с особенностями техники изготовления статеров.

⁴ Смекалова, Дюков 2001, 91, 96, 103.

⁵ Абрамзон, Кузнецов 2014, 56–86; 2017.

⁶ Абрамзон, Гунчина 2016а, 279; 2016б, 280–329; Сапрыкина, Гунчина 2017, 272–483; Сапрыкина, Пельгунова, Гунчина и др. 2017, 484–493.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для всех 160 статеров Тейрана (прил., № 2237–2396) анализировался химический состав металла. Исследование выполнялось на РФА-спектрометре M1 Mistral (Bruker), позволяющем проводить измерения поверхности на глубину до 10 микрон, а также выполнять анализ на наличие покрытий. Стандартное время измерения составило 30 сек., напряжение – 50кV. Кроме того, для трех экземпляров (№ 2239, 2240, 2242) выполнялось картирование элементов на РФА-спектрометре M4 Tornado (Bruker) под вакуумом 600 mbar⁷. Дополнительно для статеров № 2240 и 2242 проводилось металлографическое исследование.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Наименьшее количество серебра содержится в монетном сплаве первого выпуска Тейрана, произведенного в 266/267 г. н.э. Статеры этого года, представляющие исключительную редкость⁸, до сих пор никогда не апробировались. В кладе имеется одна монета данного года (прил., № 2237), в металле которой содержится от 4.42 до 4.50% серебра. Это гораздо меньше, чем в синхронных статерах Рескупорида V, в которых содержание серебра составляет в среднем от 10 до 30%⁹, и немногим уступает статерам Тейрана регулярного чекана 275/276–278/279 гг. н.э. (рис. 1–3). Тем не менее, присутствие серебра в данном выпуске явно неслучайно; оно соответствует проценту серебра (3–4.9%) в пореформенных посеребренных антонинианах Галлиена 260–268 гг., часто выглядевших как обычные медные монеты¹⁰. Возможно, статеры Тейрана 266/267 г. н.э. так же имели серебряное покрытие.

Наивысшее содержание серебра – в среднем 6–7% наблюдается в статерах 276/277 гг. н.э. (выборка из 79 монет); на этот год приходится и самая обильная эмиссия Тейрана. Максимальная интенсивность чеканки в этом году объясняется потребностью царя в средствах для обеспечения его военных операций против герулов и готов, которые осенью того года после разгрома их Флорианом возвратились на север через Боспор¹¹.

Анализ ряда статеров Тейрана по нескольким точкам выявил небольшой разброс в концентрации серебра, содержание которого для разных участков некоторых экземпляров может варьироваться от 5 до 11% (прил., № 2268, 2282), от 4–5 до 14% (№ 2302, 2313), от 5 до 18% (№ 2285) и т.д. Такие скачки содержания серебра указывают на обогащение этим металлом поверхностного слоя статеров

⁷ Сапрыкина, Пельгунова 2013, 82–83.

⁸ К настоящему моменту зарегистрировано всего четыре экземпляра; все они отчеканены одной парой штемпелей. Клады Батарейский 1958 г. и Фанагорийский 2011 г. содержат по одной такой монете, два экземпляра зарегистрированы электронным каталогом «Монеты Боспора». См. Абрамзон, Кузнецов 2017, 41; <https://bosporan-kingdom.com/727-4878/1.html>; <https://bosporan-kingdom.com/727-4878/2.html>.

⁹ См. Сапрыкина, Гунчина 2017, 383–422, № 1449–2148.

¹⁰ К самому концу правления Галлиена содержание серебра в антонинианах 6-го выпуска в Риме упало до менее 3%. См. King 1989, 290–291.

¹¹ Фролова 1997, 73; Абрамзон, Кузнецов 2017, 52–53.

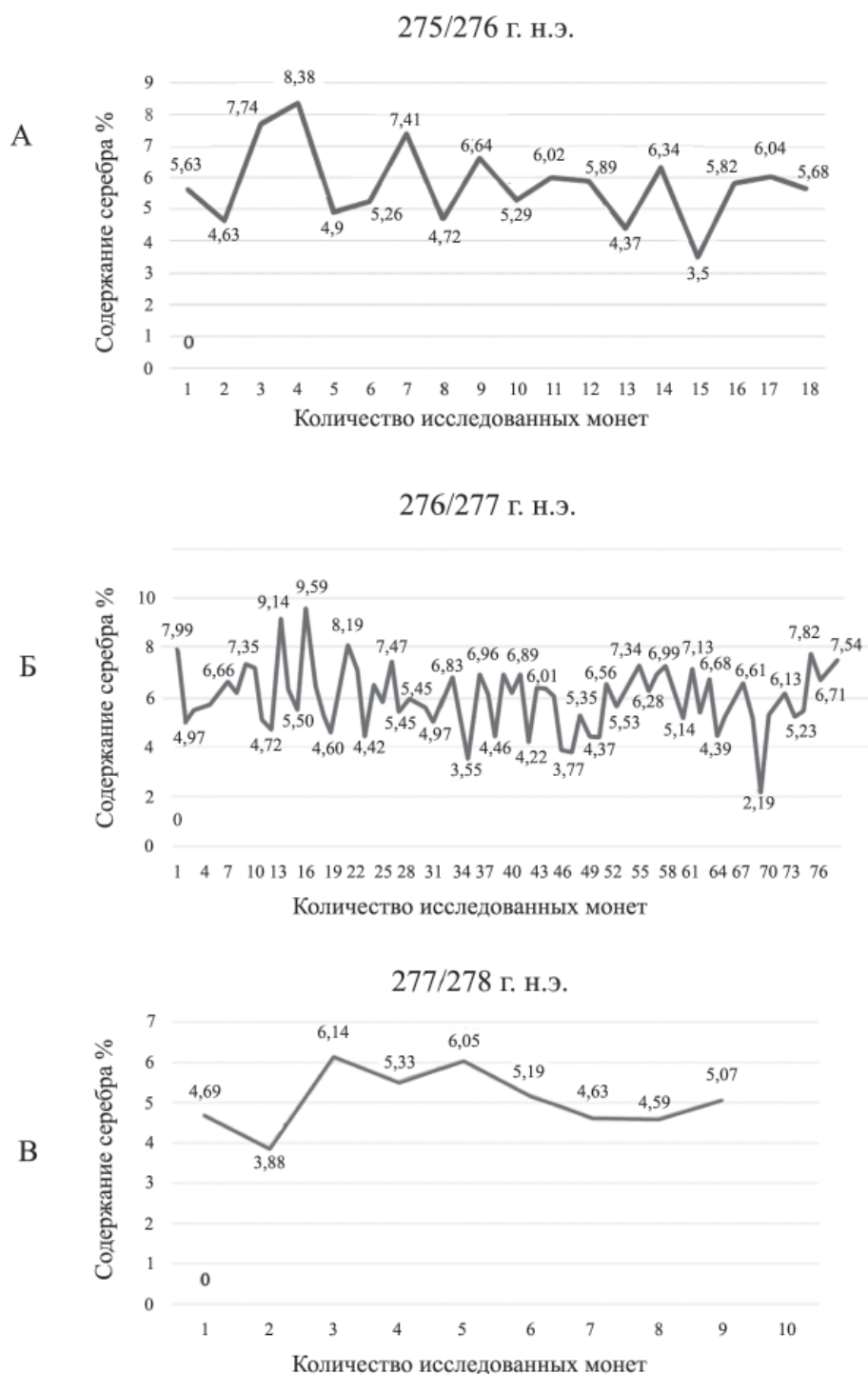


Рис. 1. Содержание серебра в статерах Тайрана 275/276 - 277/278 гг. н.э.

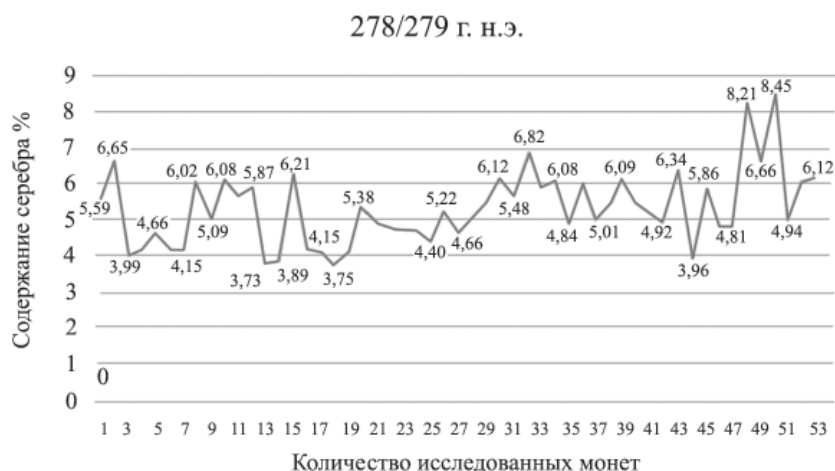


Рис. 2. Содержание серебра в статерах Тайрана 278/279 г. н.э.

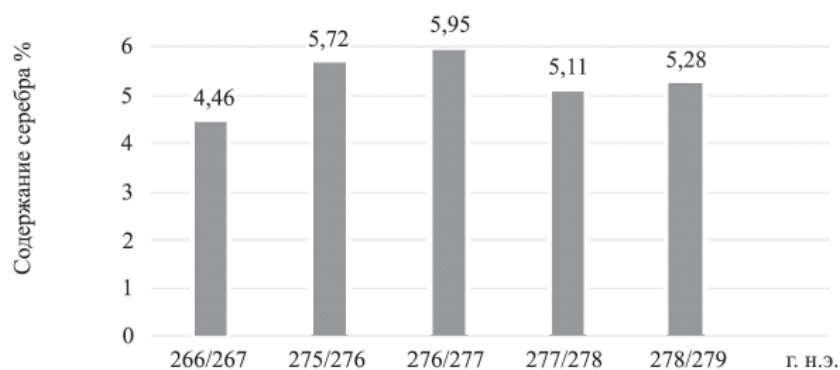


Рис. 3. Среднее содержание серебра в статерах Тайрана

по аналогии с римскими монетами 270–280-х гг. н.э. – антонинианами Аврелиана, Тацита, Флориана и др.¹²

Уже к концу правления Валериана I (253–260 гг.) большая часть антонинианов изготавливалась из сплава с ничтожным содержанием серебра (3–4%, иногда чуть больше) и выглядела как чисто бронзовые монеты; после чеканки на их поверхность наносился тонкий слой белого металла, который вскоре стирался в процессе обращения. Этот слой наносился с разной степенью успеха на разных дворах в

¹² Для римских монет снижение содержания серебра в металле фиксируется, начиная с 250-х гг.: оно колеблется от 5 до 20% (King, Northover 1997, 73–78; Vlachou, McDonnell, Janaway 2002; Degaisme, Beck, Pilon, Barrandon 2006). При Аврелиане содержание серебра в римских монетах снова упало и составляло уже от 1 до 5% (King, Northover 1997, 78–80). Содержание серебра в антонинианах, выпущенных после 270 г. н.э. составляло менее 5% (Caley, McBride 1956, 285).

различные времена. В лучшем случае это было серебро, но отмечены вариации состава слоя и различия в его толщине. Антонинианы Аврелиана (270–275 гг.) были столь плохо посеребренными, что экземпляры, сохранившие следы процесса серебрения представляют большую редкость¹³.

То же самое визуально отмечается и для статеров Тейрана, битых в период его совместного правления с Рескупоридом V в 266/267 г. н.э. и после 275/276 г., которые подобно римским денариям и антонинианам, отчеканенным после 250–260 гг. н.э.¹⁴, также имеют темный цвет поверхности и выглядят как обычные медные монеты¹⁵, чем отличаются от статеров Рескупорида V с характерным для тех серебристым цветом и блеском¹⁶. С другой стороны, во время очистки монет из Фанагорийского клада замечено, что многие статеры Тейрана 275/276 г. н.э. (как и Савромата IV) частично сохранили на поверхности серебристый цвет и блеск, что сближает эти монеты со статерами Рескупорида V. Визуальный анализ статеров Тейрана других лет показал практически полное отсутствие серебра на поверхности монет, за исключением отдельных локальных участков чеканного рельефа, имеющих характерный серебристый цвет.

Металлографическое исследование статера Тейрана № 2240¹⁷, показало, что, в отличие от статеров Рескупорида V, на его поверхности отсутствует обогащенный серебром слой, а в толще самой монеты серебро распространено крайне дисперсно (его реальное содержание в металле монеты гораздо меньше)¹⁸ (рис. 4).

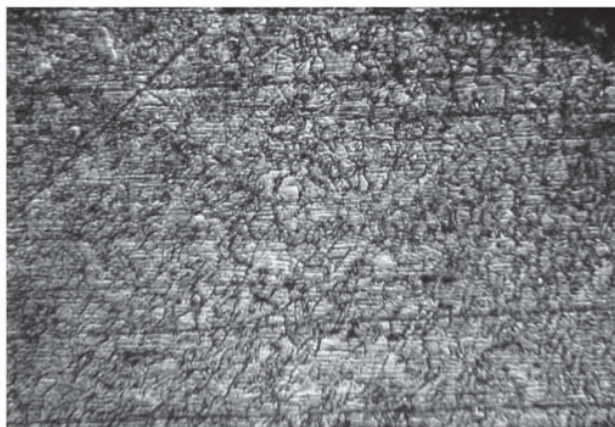


Рис. 4. Структура краевой зоны статера Тейрана (№ 2240). Увеличение 450.

¹³ В RIC приводятся результаты современного эксперимента, демонстрирующего, что применение состава, включающего две части серебра, одну – ртути, одну – соды, дает покрытие, идентичное тому, что было на антонинианах. Эти компоненты были доступны римским монетным дворам. RIC V/1, 8 (note). Однако в составе сплава боспорских статеров ртуть не выявлена, возможно, в связи с ее полным исчезновением при нагревании свыше 750°.

¹⁴ Verboven 2007, 246–249.

¹⁵ Смекалова, Дюков 2001, 91.

¹⁶ Сапрыкина, Гунчина 2017, 276.

¹⁷ Авторы выражают искреннюю признательность сотруднику ГОСНИИР И.Г. Равич за проведение металлографического анализа серии монет из состава Фанагорийского клада 2011 г.

¹⁸ Содержание серебра на поверхности этой монеты по данным РФА составляет 4.98–10.50%.

Вне сомнений, боспорский монетный двор так же находился в русле основных тенденций монетного производства Центральной Империи, Галльской Империи и т.д. по решению проблемы деградации серебряных монет и мог применять разные методы серебрения поверхности статеров.

Результаты анализа химического состава металла статеров последнего года чеканки Рескупорида V, а также Савромата IV и Тейрана, а также проведенные металлографическое и иные исследования позволяют сделать вывод об изменениях в технике изготовления боспорских статеров после 275/276 г. н.э. Стабильно низкое содержание серебра в пределах 5–7% фиксируется практически для всех монет Тейрана, чеканенных в 275/276–278/279 гг. н.э. (столько же, изредка чуть больше, серебра содержат и статеры Савромата IV)¹⁹. Однако имеются отдельные монеты Тейрана, для которых фиксируется заметная вариативность в содержании серебра, по аналогии с монетами Рескупорида V до 267/268 г. н.э. включительно: например, от 5.16 до 18.46% (прил., № 2285). Микроскопическое исследование подобных монет выявило, что на их поверхности сохраняются небольшие по площади участки, отличающиеся сероватым цветом. Картирование элементов для статеров Тейрана (№ 2239, 2240, 2242), выполненное на РФА-спектрометре M4 Tornado (Bruker), показало, что место расположения серебра на поверхности соответствует участкам сероватого цвета, зафиксированным визуально. Кроме того, при картировании на поверхности монет были обнаружены относительно большие участки, обогащенные золотом, содержащие повышенное по отношению к общему фону количество серебра²⁰.

Если серебро на поверхности монет Рескупорида V могло быть результатом процесса ликвации серебра на поверхность с последующим рафинированием²¹, редко – плакировки²², то серебро, фиксируемое на поверхности статеров после 275/276 г. н.э., является, по-видимому, следами использования метода горячей плакировки монет серебряной фольгой²³. Косвенно в пользу этого предположения свидетельствуют результаты металлографии, сопоставленные с результатами РФА-анализа и картирования химических элементов на поверхности исследованных монет. Этот метод применялся в римском монетном деле более раннего периода²⁴, а также в чеканке Галльской Империи III в. н.э.²⁵ Предполагается, что отсутствие ртути в результатах анализов монет этого периода косвенно свиде-

¹⁹ Такое содержание серебра статерах Тейрана в целом коррелирует с данными, полученными при анализе поверхности римских монет III–IV вв. н.э., для которых было отмечено частичное истирание верхнего слоя, следствием чего было более низкое процентное содержание серебра на поверхности истертых монет, приобретавшей красноватый оттенок, и более высокое содержание серебра и яркий серебристый внешний вид монет лучшей сохранности. См. Klockenkamper, Bubert, Hasler 1999, 318.

²⁰ Сапрыкина, Пельгунова, Гунчина и др. 2017, 491.

²¹ King, Northover 1997, 72.

²² Предположительно, для монет выпуска 264/265 г. н.э. Сапрыкина, Гунчина и др. 2017, 282.

²³ Эксперимент показал, что прилипание серебряной фольги к медному монетному кружку происходило при температуре 950°. После диффузии серебра в медь образец подвергался холодной проковке, при которой микроструктура и толщина серебряного покрытия реплики точно соответствовали оригиналу. Deraisme, Beck, Pilon, Barrandon 2006, 476–479.

²⁴ Kraft, Flege, Reiff, Ortner, Ensinger 2006, 87–90.

²⁵ Deraisme, Beck, Pilon, Barrandon 2006, 476.

тельствует в пользу использования техники горячей плакировки²⁶. Вероятно, на пантикапейском монетном дворе в 275/276–278/279 гг. н.э. серебряное амальгамирование не применялось²⁷, в то время как в римской чеканке оно зафиксировано начиная с 250 г. н.э.²⁸ и до Диоклетиана²⁹. Таким образом, с 275/276 г. н.э. проблема поддержания номинала боспорского статера решалась, вероятно, покрытием поверхности монеты серебряной фольгой.

Наконец, необходимо отметить, что в чеканке Тейрана, судя по проанализированной выборке из состава Фанагорийского клада 2011 г., исключительно редко встречаются статеры с полным отсутствием серебра в сплаве. Упомянутые статеры из ГИМ № 5266 (275/276 г. н.э.) и № 5270 (276/277 г. н.э.) почти не содержат серебра – соответственно 0.02% и 0.05% – на уровне микропримесей³⁰. Исследование монет из ГЭ показало, что некоторые статеры Тейрана вообще не содержат следов благородных металлов³¹. В Фанагорийском кладе присутствует единственный статер 276/277 г. н.э. (прил., № 2273), содержащий от 85.29% до 88.95% меди и от 10.69 до 14.31% свинца, без серебра. Данный экземпляр связан общим штемпелем л.с. A573/1 с монетами № 2256–2287 со средним содержанием серебра 5–6% в металле; штемпель о.с. R573/4 больше не встречается³². Внешний вид этого статера производит впечатление литого фальсификата; возможно это продукция фальшивомонетчиков³³. В редких экземплярах содержание серебра в статерах Тейрана падает ниже 4% (№ 2356, 2361); в абсолютном же большинстве оно остается на уровне в среднем 5–7%.

ВЫВОДЫ

Проведенное РФА-исследование химического состава металла 160 статеров Тейрана демонстрирует стабильно низкое содержание серебра в сплаве (среднее значение 5–7%, вариации от 5 до 9% в среднем по выборке), что соответствует пропорциям серебра в металле антонинианов римских императоров Центральной Империи, начиная с выпусков Галлиена 260–268 гг., Клавдия II Готского (268–270 гг.)³⁴, а позднее Тацита (275–276 гг.) и Флориана (276 г. н.э.).

По-видимому, выпуски Тейраном статеров в 275/276–278/279 гг. н.э. с содержанием серебра от 5 до 6–9% и серебряным покрытием поверхности монет с помощью фольги, а не методом ликвации драгоценного металла, связаны с историческим фоном и техникой чеканки посеребренных антонинианов Аврелиана,

²⁶ Анализировались монеты Савромата IV № 1868, 2151 и Тейрана № 2239.

²⁷ Этот вопрос требует дальнейших исследований.

²⁸ Vlachou, McDonnell, Janaway 2002.

²⁹ Метод нейтронной активации выявил в пореформенных фоллисах Диоклетиана содержание серебра от 4.3 до 3.4% (в среднем 3.87%). Младшие номиналы меди содержали серебро в меньших пропорциях. Основу сплава составляла медь – 96.2%. См. Sutherland, Harold 1961, 56–61; RIC VI, 94.

³⁰ См. Фролова 1997, 75; табл. XXVI, 6.

³¹ Смекалова, Дюков 2001, 91, 96.

³² Абрамзон, Кузнецов 2017, 88, илл. 23.

³³ Фальшивые античные монеты в боспорских кладах хорошо известны. См. Абрамзон, Фролова 2007–2008, 49. Поддельные антонинианы Постума в кладах так же характеризуются низким содержанием серебра в сплаве – от 0.4 до 4.5%. Deraisme, Beck, Pilon, Barrandon 2006, 471.

³⁴ В антонинианах Галлиена около 6% серебра, Клавдия II – около 4–5%. См. Caley, McBride 1956, 286, table 5; Cope 1969, 144–161.

Тацита и Флориана. Назначение Рескупоридом V сопровителями Савромата IV и Тейрана происходит накануне или во время последнего морского похода, организованного сарматами, аланами и готами из Приазовья в римские провинции в 276 г. н.э.³⁵ Варвары вторглись во Фракию, где потерпели поражение от Тацита, и Малую Азию, вплоть до Киликии, где против них оперировал Флориан. Участники рейда были разбиты на обратном пути у берегов Боспора Киммерийского Тейраном³⁶. Возможно, техника изготовления монет Савромата IV и Тейрана аналогична той что применялась в чеканке Аврелиана, затем Тацита в 275–276 гг. и Флориана в 276 г. н.э., антонинианы которых были сделаны из сплава на медной основе с содержанием серебра в среднем от 2–5 до 9–11% и серебряным покрытием от свыше 19 до 63%.³⁷

Очевидно, что в монетном деле и монетной технике Боспора и Римской империи третьей – начале четвертой четверти III в. н.э. происходят сходные процессы, вызванные общими кризисными причинами, и прежде всего дефицитом серебра для чеканки денег, чтобы обеспечить военные операции против варварских племен, вторгающихся на территории Империи и вассального Боспора. Ко времени Тейрана боспорский статер, сохраняя прежнюю метрологию ауреуса, по серебряному содержанию и технике серебрения поверхности ориентировался на основной римский номинал – антониниан, переживая те же стадии деградации.

Приложение

Химический состав сплава статеров Тейрана

№ п/п	г. н.э.	Место взятия пробы	№ ана- лиза	Ag	Cu	Au	Sn	Pb	As	Sb	Ni
2237	266/267	аверс	2237a	4.50	92.68	0.10	2.28	0.26	0.06	0.09	0.03
		реверс	2237b	4.42	92.77	0.09	2.10	0.46	0.06	0.07	0.04
2238	275/276	аверс	2238a	5.98	92.53	0.04	0.48	0.81	0.00	0.11	0.04
		реверс	2238b	5.27	93.73	0.03	0.51	0.35	0.00	0.07	0.03
2239	275/276	аверс	2239a	4.87	93.86	0.10	0.21	0.82	0.00	0.10	0.04
		реверс	2239b	4.39	94.96	0.07	0.27	0.13	0.06	0.08	0.04
2240	275/276	аверс	2240a	4.98	94.47	0.13	0.12	0.14	0.00	0.12	0.03
		реверс	2240b	10.50	88.57	0.23	0.19	0.23	0.06	0.21	0.00
2241	275/276	аверс	2241a	5.84	92.78	0.04	0.26	0.94	0.00	0.11	0.03
		реверс	2241ac	9.00	89.36	0.06	0.32	1.07	0.00	0.16	0.00
		реверс	2241b	10.16	88.22	0.07	0.36	1.05	0.00	0.14	0.00
2242	275/276	аверс	2242a	5.01	93.71	0.04	0.60	0.52	0.00	0.08	0.04
		реверс	2242b	4.78	94.38	0.04	0.51	0.19	0.00	0.07	0.04
2243	275/276	аверс	2243a	5.24	94.02	0.03	0.31	0.28	0.00	0.09	0.03
		реверс	2243b	5.27	93.73	0.04	0.38	0.45	0.00	0.08	0.04
2244	275/276	аверс	2244a	9.23	89.59	0.21	0.28	0.48	0.08	0.13	0.00
		реверс	2244b	5.59	93.57	0.11	0.23	0.39	0.00	0.07	0.04
2245	275/276	аверс	2245a	6.48	92.83	0.13	0.12	0.19	0.08	0.17	0.00

³⁵ Хайрединова 1994, 522.

³⁶ Абрамзон, Кузнецов 2017, 45.

³⁷ Esty, Equall, Smith 1993, 201-204.

		реверс	2245b	2.95	96.53	0.07	0.18	0.15	0.00	0.08	0.04
2246	275/276	аверс	2246a	4.41	95.00	0.14	0.23	0.11	0.00	0.07	0.05
		реверс	2246b	8.86	90.19	0.16	0.28	0.23	0.07	0.17	0.03
2247	275/276	аверс	2247a	5.50	93.58	0.12	0.39	0.23	0.06	0.08	0.04
		реверс	2247b	5.08	93.89	0.09	0.37	0.41	0.00	0.10	0.05
2248	275/276	аверс	2248a	5.00	94.14	0.12	0.19	0.44	0.00	0.07	0.04
		реверс	2248b	7.04	92.00	0.15	0.17	0.40	0.10	0.12	0.04
2249	275/276	аверс	2249a	7.12	91.82	0.17	0.41	0.37	0.00	0.07	0.04
		реверс	2249b	4.66	94.55	0.10	0.32	0.28	0.00	0.05	0.05
2250	275/276	аверс	2250a	4.83	94.19	0.13	0.44	0.31	0.00	0.07	0.03
		реверс	2250b	4.91	93.99	0.12	0.61	0.26	0.00	0.08	0.04
2251	275/276	аверс	2251a	5.27	93.79	0.11	0.21	0.41	0.07	0.08	0.05
		реверс	2251b	7.41	91.41	0.18	0.39	0.42	0.10	0.08	0.02
2252	275/276	аверс	2252a	3.42	95.80	0.08	0.29	0.28	0.00	0.09	0.04
		реверс	2252b	3.57	95.61	0.08	0.48	0.16	0.00	0.06	0.04
2253	275/276	аверс	2253a	4.94	94.56	0.11	0.11	0.12	0.00	0.12	0.04
		реверс	2253b	9.03	90.04	0.16	0.20	0.25	0.08	0.22	0.02
2254	275/276	аверс	2254a	4.58	94.93	0.09	0.11	0.16	0.00	0.09	0.04
		реверс	2254b	7.49	91.58	0.18	0.18	0.32	0.08	0.16	0.02
2255	275/276	аверс	2255a	5.95	93.30	0.19	0.14	0.25	0.00	0.13	0.03
		реверс	2255b	5.41	93.94	0.14	0.14	0.22	0.00	0.11	0.03
2256	276/277	аверс	2256a	10.77	86.83	0.19	1.00	1.06	0.00	0.11	0.04
		реверс	2256b	5.21	93.54	0.12	0.66	0.37	0.00	0.05	0.05
2257	276/277	аверс	2257a	5.14	93.83	0.13	0.26	0.52	0.00	0.07	0.05
		реверс	2257b	4.79	94.03	0.11	0.31	0.64	0.00	0.08	0.05
2258	276/277	аверс	2258a	4.52	93.90	0.10	0.33	1.02	0.00	0.07	0.06
		реверс	2258b	6.52	92.30	0.13	0.37	0.46	0.08	0.09	0.05
2259	276/277	аверс	2259a	5.71	92.72	0.14	0.71	0.44	0.13	0.07	0.07
		реверс	2259b	5.48	92.93	0.13	0.70	0.53	0.11	0.03	0.08
2260	276/277	аверс	2260a	6.23	92.73	0.15	0.24	0.45	0.09	0.06	0.04
		реверс	2260b	5.28	93.77	0.12	0.20	0.43	0.07	0.07	0.05
2261	276/277	аверс	2261a	6.85	91.40	0.17	0.54	0.76	0.16	0.06	0.07
		реверс	2261b	5.57	93.01	0.11	0.63	0.46	0.12	0.04	0.08
2262	276/277	аверс	2262a	6.69	92.08	0.19	0.31	0.46	0.14	0.07	0.06
		реверс	2262b	6.63	91.78	0.15	0.21	0.99	0.08	0.08	0.08
2263	276/277	аверс	2263a	5.84	92.46	0.15	0.68	0.61	0.12	0.08	0.07
		реверс	2263b	6.44	91.81	0.20	0.81	0.42	0.18	0.10	0.04
2264	276/277	аверс	2264a	7.35	91.00	0.19	0.21	1.04	0.08	0.09	0.04
		реверс	2264bb	5.55	92.35	0.14	0.19	1.62	0.00	0.09	0.06
		реверс	2264bc	15.69	81.23	0.18	0.18	2.51	0.00	0.13	0.05
2265	276/277	аверс	2265a	6.23	92.37	0.12	0.51	0.51	0.13	0.05	0.08
		реверс	2265b	8.18	89.97	0.23	0.60	0.75	0.16	0.07	0.05
2266	276/277	аверс	2266a	4.40	94.29	0.10	0.33	0.76	0.00	0.07	0.05
		реверс	2266b	5.70	93.09	0.16	0.36	0.48	0.07	0.09	0.05
2267	276/277	аверс	2267a	4.86	93.97	0.12	0.65	0.24	0.07	0.05	0.04
		реверс	2267b	4.57	94.01	0.10	0.74	0.50	0.00	0.03	0.06
2268	276/277	аверс	2268ab	10.68	87.78	0.28	0.24	0.82	0.06	0.10	0.04
		реверс	2268ac	11.26	87.16	0.33	0.16	0.83	0.11	0.09	0.06
		реверс	2268b	5.48	93.81	0.11	0.18	0.22	0.08	0.04	0.07
2269	276/277	аверс	2269a	7.21	90.92	0.19	0.63	0.83	0.08	0.09	0.05
		реверс	2269b	5.52	92.93	0.16	0.59	0.63	0.07	0.07	0.04
2270	276/277	аверс	2270a	4.94	93.79	0.10	0.56	0.36	0.12	0.05	0.08

		реверс	2270b	6.05	92.44	0.12	0.69	0.41	0.15	0.07	0.07
2271	276/277	аверс	2271a	8.94	89.26	0.27	0.30	0.99	0.10	0.09	0.05
		реверс	2271bb	8.22	90.02	0.27	0.22	0.99	0.08	0.10	0.09
		реверс	2271bc	11.90	85.58	0.31	0.28	1.75	0.00	0.14	0.04
2272	276/277	аверс	2272a	7.28	91.06	0.17	0.33	0.91	0.11	0.06	0.08
		реверс	2272b	6.26	91.41	0.15	0.33	1.54	0.15	0.09	0.08
2273	276/277	аверс	2273a	0.00	85.29	0.00	0.13	14.31	0.00	0.05	0.14
		реверс	2273b	0.00	88.95	0.00	0.11	10.69	0.00	0.05	0.16
2274	276/277	аверс	2274a	5.55	92.21	0.14	1.49	0.33	0.13	0.08	0.06
		реверс	2274b	5.29	92.66	0.12	1.40	0.25	0.12	0.09	0.07
2275	276/277	аверс	2275a	4.57	92.01	0.09	2.84	0.28	0.06	0.03	0.09
		реверс	2275b	4.62	91.97	0.10	2.78	0.31	0.07	0.06	0.09
2276	276/277	аверс	2276ab	5.79	92.38	0.12	1.05	0.41	0.09	0.08	0.06
		реверс	2276ac	9.42	88.34	0.16	1.03	0.69	0.13	0.08	0.07
		реверс	2276b	6.13	91.78	0.14	1.23	0.43	0.14	0.07	0.05
2277	276/277	аверс	2277a	9.82	88.84	0.22	0.30	0.62	0.06	0.12	0.03
		реверс	2277b	6.55	91.73	0.15	0.21	1.15	0.06	0.12	0.04
2278	276/277	аверс	2278a	7.29	91.28	0.17	0.57	0.56	0.00	0.07	0.06
		реверс	2278b	6.91	91.71	0.16	0.62	0.41	0.07	0.07	0.05
2279	276/277	аверс	2279a	4.86	91.91	0.12	2.68	0.17	0.09	0.06	0.08
		реверс	2279b	3.98	92.55	0.07	2.75	0.40	0.07	0.04	0.10
2280	276/277	аверс	2280a	6.55	91.25	0.15	1.25	0.44	0.20	0.10	0.05
		реверс	2280b	6.52	91.19	0.14	1.29	0.56	0.15	0.07	0.05
2281	276/277	аверс	2281a	5.76	92.74	0.14	0.48	0.70	0.08	0.06	0.04
		реверс	2281b	5.86	92.37	0.14	0.57	0.93	0.00	0.08	0.05
2282	276/277	аверс	2282ab	6.04	91.52	0.20	1.18	0.93	0.00	0.08	0.05
			2282ac	11.29	84.09	0.29	1.29	2.67	0.14	0.13	0.04
		реверс	2282bb	5.69	92.04	0.22	1.03	0.85	0.06	0.07	0.04
		реверс	2282bc	9.24	86.56	0.39	1.39	2.15	0.12	0.10	0.04
2283	276/277	аверс	2283a	5.14	93.79	0.14	0.42	0.34	0.06	0.05	0.06
		реверс	2283b	5.72	92.94	0.16	0.46	0.53	0.09	0.07	0.05
2284	276/277	аверс	2284a	5.79	92.30	0.11	1.18	0.32	0.16	0.07	0.07
		реверс	2284b	6.16	91.83	0.14	1.07	0.52	0.14	0.06	0.08
2285	276/277	аверс	2285a	5.16	93.35	0.12	0.62	0.53	0.09	0.08	0.06
		реверс	2285bb	5.81	92.40	0.13	0.60	0.83	0.08	0.09	0.06
			2286bc	18.46	77.69	0.22	0.78	2.46	0.11	0.22	0.05
2286	276/277	аверс	2286a	5.52	93.01	0.11	0.65	0.53	0.06	0.06	0.05
		реверс	2286b	5.67	93.10	0.14	0.48	0.45	0.06	0.06	0.04
2287	276/277	аверс	2287a	5.34	90.94	0.14	0.62	2.60	0.22	0.08	0.05
		реверс	2287b	4.60	93.85	0.14	0.46	0.64	0.16	0.09	0.06
2288	276/277	аверс	2288a	6.41	92.31	0.13	0.53	0.38	0.11	0.07	0.04
		реверс	2288b	5.96	92.89	0.13	0.47	0.37	0.08	0.06	0.04
2289	276/277	аверс	2289a	6.13	92.78	0.13	0.45	0.28	0.09	0.06	0.05
		реверс	2289b	7.52	91.26	0.17	0.57	0.23	0.11	0.08	0.04
2290	276/277	аверс	2290a	5.93	92.22	0.14	0.87	0.52	0.16	0.08	0.07
		реверс	2290b	4.55	94.28	0.10	0.58	0.25	0.11	0.05	0.08
2291	276/277	аверс	2291a	3.13	95.52	0.07	0.81	0.37	0.00	0.07	0.03
		реверс	2291b	3.97	94.02	0.08	1.00	0.73	0.06	0.08	0.04
2292	276/277	аверс	2292a	6.21	92.61	0.16	0.38	0.46	0.06	0.08	0.04
		реверс	2292b	7.59	91.27	0.21	0.41	0.35	0.06	0.06	0.04
2293	276/277	аверс	2293a	6.85	92.07	0.19	0.45	0.29	0.07	0.08	0.00
		реверс	2293b	5.65	93.39	0.14	0.35	0.31	0.07	0.06	0.03

2294	276/277	аверс	2294a	4.42	94.27	0.10	0.63	0.40	0.06	0.05	0.05
		реверс	2294b	4.49	94.13	0.10	0.72	0.36	0.06	0.05	0.05
2295	276/277	аверс	2295a	6.97	91.58	0.17	0.54	0.44	0.06	0.06	0.00
		реверс	2295b	6.87	91.79	0.16	0.49	0.46	0.08	0.07	0.03
2296	276/277	аверс	2296a	6.46	92.43	0.14	0.49	0.26	0.12	0.07	0.03
		реверс	2296b	5.91	93.10	0.14	0.45	0.24	0.07	0.05	0.04
2297	276/277	аверс	2297a	6.00	93.00	0.12	0.44	0.24	0.09	0.06	0.04
		реверс	2297b	7.77	90.99	0.22	0.50	0.35	0.06	0.07	0.04
2298	276/277	аверс	2298a	4.33	94.65	0.11	0.44	0.29	0.07	0.05	0.05
		реверс	2298b	4.10	95.12	0.11	0.31	0.19	0.07	0.05	0.05
2299	276/277	аверс	2299a	6.80	92.25	0.18	0.21	0.37	0.09	0.06	0.04
		реверс	2299b	6.09	92.81	0.14	0.19	0.59	0.06	0.07	0.05
2300	276/277	аверс	2300a	6.82	92.12	0.20	0.32	0.35	0.10	0.05	0.04
		реверс	2300b	5.89	93.16	0.13	0.24	0.38	0.08	0.08	0.06
2301	276/277	аверс	2301a	6.07	92.33	0.14	0.56	0.67	0.09	0.06	0.08
		реверс	2301b	5.95	92.49	0.17	0.61	0.56	0.10	0.05	0.08
2302	276/277	аверс	2302a	3.86	94.89	0.08	0.59	0.36	0.08	0.07	0.06
		реверс	2302bb	3.78	94.99	0.08	0.58	0.35	0.10	0.07	0.05
			2302bc	13.99	81.96	0.19	0.80	2.72	0.12	0.12	0.04
2303	276/277	аверс	2303a	3.89	93.46	0.08	1.86	0.54	0.06	0.05	0.05
		реверс	2303b	3.65	93.82	0.06	1.66	0.60	0.09	0.06	0.06
2304	276/277	аверс	2304a	5.08	93.85	0.12	0.44	0.36	0.06	0.04	0.06
		реверс	2304b	5.61	92.64	0.14	0.51	0.98	0.00	0.06	0.06
2305	276/277	аверс	2305a	3.93	94.52	0.10	0.76	0.48	0.10	0.07	0.06
		реверс	2305b	4.17	94.64	0.08	0.66	0.23	0.09	0.07	0.06
2306	276/277	аверс	2306a	4.82	94.01	0.13	0.46	0.36	0.12	0.06	0.04
		реверс	2306b	3.91	94.68	0.08	0.43	0.71	0.07	0.05	0.07
2307	276/277	аверс	2307a	6.73	91.52	0.15	0.97	0.35	0.11	0.11	0.04
		реверс	2307b	6.36	92.15	0.14	0.90	0.21	0.10	0.09	0.03
2308	276/277	аверс	2308a	5.03	93.61	0.13	0.64	0.26	0.22	0.05	0.06
		реверс	2308b	6.03	92.15	0.18	0.80	0.50	0.23	0.07	0.06
2309	276/277	аверс	2309a	6.85	91.90	0.23	0.19	0.47	0.24	0.08	0.04
		реверс	2309b	4.95	94.27	0.12	0.21	0.18	0.15	0.05	0.06
2310	276/277	аверс	2310a	7.44	90.26	0.20	1.09	0.60	0.29	0.08	0.03
		реверс	2310b	5.73	92.15	0.12	1.05	0.57	0.23	0.07	0.06
2311	276/277	аверс	2311a	7.04	90.62	0.16	1.11	0.60	0.32	0.07	0.06
		реверс	2311b	7.63	89.81	0.15	1.27	0.65	0.33	0.08	0.05
2312	276/277	аверс	2312a	5.67	92.55	0.12	0.52	0.91	0.10	0.07	0.06
		реверс	2312b	6.88	91.31	0.17	0.47	0.85	0.17	0.08	0.05
2313	276/277	аверс	2313a	6.99	91.22	0.17	0.17	0.78	0.00	0.15	0.00
		реверс	2313bb	5.61	93.10	0.14	0.58	0.35	0.10	0.07	0.04
			2313bc	14.53	82.07	0.30	0.96	1.71	0.14	0.16	0.05
2314	276/277	аверс	2314a	7.08	91.58	0.16	0.61	0.39	0.07	0.07	0.05
		реверс	2314b	7.43	91.25	0.18	0.48	0.48	0.06	0.08	0.04
2315	276/277	аверс	2315a	5.92	92.65	0.15	0.85	0.20	0.11	0.08	0.04
		реверс	2315b	6.54	92.22	0.15	0.70	0.20	0.09	0.06	0.04
2316	276/277	аверс	2316a	5.17	93.06	0.12	0.68	0.71	0.09	0.10	0.05
		реверс	2316b	5.10	93.52	0.11	0.64	0.45	0.07	0.07	0.05
2317	276/277	аверс	2317a	7.53	90.67	0.16	0.99	0.54	0.00	0.06	0.04
		реверс	2317b	6.73	91.71	0.15	1.07	0.23	0.00	0.06	0.05
2318	276/277	аверс	2318a	5.58	92.17	0.11	1.62	0.22	0.07	0.09	0.08
		реверс	2318b	5.17	92.10	0.09	1.94	0.40	0.10	0.09	0.07

2319	276/277	аверс	2319a	6.14	92.20	0.12	0.80	0.55	0.06	0.07	0.05
		реверс	2319b	7.22	91.54	0.15	0.69	0.29	0.00	0.06	0.05
2320	276/277	аверс	2320a	4.32	92.77	0.08	1.74	0.83	0.11	0.05	0.06
		реверс	2320b	4.46	93.28	0.08	1.49	0.37	0.12	0.05	0.06
2321	276/277	аверс	2321a	3.72	95.30	0.07	0.23	0.53	0.00	0.09	0.06
		реверс	2321b	6.64	91.76	0.12	0.44	0.81	0.06	0.15	0.03
2322	276/277	аверс	2322a	5.64	93.02	0.13	0.57	0.34	0.17	0.07	0.06
		реверс	2322b	5.64	92.99	0.12	0.61	0.37	0.17	0.04	0.06
2323	276/277	аверс	2323a	6.52	92.06	0.17	0.57	0.37	0.19	0.06	0.05
		реверс	2323b	6.69	91.75	0.14	0.65	0.49	0.17	0.07	0.05
2324	276/277	аверс	2324a	5.36	93.15	0.11	0.73	0.45	0.10	0.04	0.06
		реверс	2324b	4.90	93.62	0.10	0.78	0.39	0.09	0.05	0.08
2325	276/277	аверс	2325a	2.22	97.13	0.04	0.33	0.16	0.00	0.07	0.04
		реверс	2325b	2.15	97.12	0.04	0.29	0.31	0.00	0.06	0.04
2326	276/277	аверс	2326a	4.84	94.18	0.10	0.57	0.09	0.10	0.08	0.05
		реверс	2326b	5.65	93.23	0.14	0.57	0.19	0.09	0.08	0.04
2327	276/277	аверс	2327a	6.41	92.33	0.16	0.53	0.38	0.11	0.08	0.00
		реверс	2327b	5.07	94.00	0.11	0.42	0.20	0.10	0.07	0.05
2328	276/277	аверс	2328a	5.95	92.82	0.16	0.55	0.30	0.10	0.08	0.05
		реверс	2328b	6.30	92.38	0.17	0.63	0.38	0.00	0.11	0.03
2329	276/277	аверс	2329a	5.02	93.93	0.11	0.34	0.42	0.07	0.08	0.04
		реверс	2329b	5.44	93.49	0.13	0.36	0.40	0.06	0.08	0.04
2330	276/277	аверс	2330a	5.44	93.03	0.13	0.91	0.22	0.13	0.08	0.06
		реверс	2330b	5.38	93.33	0.11	0.74	0.16	0.12	0.10	0.04
2331	276/277	аверс	2331a	5.71	93.71	0.13	0.13	0.21	0.00	0.07	0.04
		реверс	2331b	9.93	89.21	0.22	0.16	0.25	0.11	0.11	0.00
2332	276/277	аверс	2332a	6.15	92.53	0.11	0.76	0.26	0.08	0.08	0.04
		реверс	2332b	7.27	91.37	0.17	0.71	0.31	0.08	0.10	0.00
2333	276/277	аверс	2333a	6.30	93.10	0.19	0.10	0.17	0.00	0.09	0.05
		реверс	2333b	8.17	91.12	0.21	0.16	0.17	0.06	0.11	0.00
2334	276/277	аверс	2334a	6.49	92.61	0.15	0.12	0.47	0.00	0.13	0.03
		реверс	2334b	8.58	90.32	0.19	0.22	0.42	0.11	0.14	0.03
2335	277/278	аверс	2335a	5.17	93.75	0.11	0.58	0.27	0.00	0.06	0.04
		реверс	2335b	4.20	94.83	0.10	0.58	0.15	0.00	0.07	0.04
2336	277/278	аверс	2336a	4.03	94.69	0.09	0.74	0.23	0.00	0.07	0.05
		реверс	2336b	3.72	95.13	0.09	0.69	0.14	0.06	0.06	0.06
2337	277/278	аверс	2337a	6.07	92.13	0.13	1.01	0.32	0.12	0.09	0.05
		реверс	2337b	6.20	91.92	0.12	1.04	0.35	0.10	0.10	0.05
2338	277/278	аверс	2338a	5.17	93.25	0.11	0.77	0.14	0.10	0.09	0.04
		реверс	2338b	5.88	91.95	0.16	1.11	0.29	0.14	0.10	0.04
2339	277/278	аверс	2339a	5.83	92.12	0.13	1.03	0.26	0.11	0.08	0.04
		реверс	2339b	6.26	91.81	0.13	0.92	0.34	0.12	0.10	0.04
2340	277/278	аверс	2340a	5.21	93.36	0.11	0.76	0.35	0.07	0.06	0.06
		реверс	2340b	5.17	93.47	0.15	0.77	0.22	0.08	0.07	0.06
2341	277/278	аверс	2341a	4.32	94.58	0.12	0.20	0.65	0.00	0.08	0.05
		реверс	2341b	4.94	93.82	0.13	0.29	0.70	0.00	0.07	0.05
2342	277/278	аверс	2342a	4.92	93.90	0.12	0.59	0.27	0.08	0.08	0.04
		реверс	2342b	4.26	94.77	0.09	0.53	0.15	0.08	0.06	0.06
2343	277/278	аверс	2343a	5.11	92.97	0.16	1.14	0.39	0.14	0.05	0.05
		реверс	2343b	5.02	93.20	0.13	1.03	0.38	0.14	0.06	0.05
2344	278/279	аверс	2344a	5.20	92.09	0.10	1.66	0.73	0.08	0.06	0.05
		реверс	2344b	5.97	90.72	0.12	1.98	0.87	0.16	0.10	0.05

2345	278/279	аверс	2345a	6.97	91.96	0.16	0.29	0.39	0.12	0.07	0.05
		реверс	2345b	6.32	92.51	0.14	0.38	0.42	0.12	0.08	0.03
2346	278/279	аверс	2346a	3.88	93.70	0.06	1.48	0.50	0.11	0.06	0.07
		реверс	2346b	4.10	93.53	0.07	1.48	0.40	0.12	0.08	0.08
2347	278/279	аверс	2347a	3.67	95.04	0.09	0.79	0.22	0.10	0.06	0.04
		реверс	2347b	4.73	93.54	0.11	0.96	0.44	0.09	0.06	0.05
2348	278/279	аверс	2348a	5.40	93.57	0.12	0.12	0.29	0.37	0.09	0.04
		реверс	2348b	3.91	95.10	0.08	0.11	0.46	0.23	0.06	0.06
2349	278/279	аверс	2349a	4.12	94.80	0.09	0.44	0.18	0.24	0.06	0.05
		реверс	2349b	4.24	94.66	0.09	0.43	0.23	0.25	0.05	0.05
2350	278/279	аверс	2350a	4.29	94.20	0.11	0.89	0.23	0.13	0.09	0.04
		реверс	2350b	4.01	94.56	0.09	0.79	0.34	0.07	0.05	0.05
2351	278/279	аверс	2351a	5.47	92.26	0.11	1.55	0.35	0.11	0.09	0.04
		реверс	2351b	6.56	91.09	0.16	1.54	0.36	0.16	0.09	0.03
2352	278/279	аверс	2352a	4.95	93.61	0.12	0.90	0.21	0.09	0.07	0.05
		реверс	2352b	5.23	92.92	0.13	0.98	0.53	0.07	0.07	0.06
2353	278/279	аверс	2353a	6.81	91.96	0.17	0.39	0.53	0.06	0.07	0.00
		реверс	2353b	5.34	93.31	0.14	0.25	0.87	0.00	0.06	0.03
2354	278/279	аверс	2354a	6.63	92.32	0.18	0.11	0.38	0.26	0.07	0.04
		реверс	2354b	4.77	94.23	0.12	0.10	0.38	0.27	0.07	0.06
2355	278/279	аверс	2355a	5.65	93.66	0.13	0.31	0.21	0.00	0.03	0.02
		реверс	2355b	6.09	92.95	0.18	0.32	0.32	0.08	0.05	0.03
2356	278/279	аверс	2356a	3.69	94.92	0.10	0.74	0.25	0.17	0.06	0.08
		реверс	2356b	3.88	94.70	0.10	0.73	0.30	0.17	0.05	0.07
2357	278/279	аверс	2357a	3.75	94.14	0.09	0.87	0.85	0.17	0.06	0.08
		реверс	2357b	4.02	94.40	0.09	0.76	0.43	0.16	0.07	0.07
2358	278/279	аверс	2358a	7.03	91.39	0.17	0.51	0.73	0.09	0.05	0.03
		реверс	2358b	5.38	92.88	0.14	0.40	1.01	0.06	0.09	0.04
2359	278/279	аверс	2359a	5.33	93.59	0.15	0.22	0.32	0.26	0.09	0.04
		реверс	2359b	3.05	96.02	0.08	0.22	0.45	0.08	0.04	0.06
2360	278/279	аверс	2360a	4.07	94.68	0.08	0.60	0.30	0.12	0.07	0.06
		реверс	2360b	4.16	94.72	0.10	0.51	0.26	0.14	0.07	0.05
2361	278/279	аверс	2361a	3.82	94.83	0.08	0.55	0.43	0.17	0.06	0.08
		реверс	2361b	3.68	95.30	0.09	0.41	0.27	0.14	0.04	0.06
2362	278/279	аверс	2362a	4.64	93.28	0.12	0.44	1.36	0.00	0.08	0.08
		реверс	2362b	3.65	95.06	0.08	0.49	0.51	0.10	0.04	0.08
2363	278/279	аверс	2363a	5.35	93.52	0.17	0.32	0.39	0.14	0.07	0.03
		реверс	2363b	5.40	93.10	0.14	0.39	0.78	0.09	0.08	0.03
2364	278/279	аверс	2364a	5.80	92.52	0.16	0.82	0.49	0.13	0.06	0.00
		реверс	2364b	3.99	94.70	0.09	0.68	0.30	0.13	0.05	0.06
2365	278/279	аверс	2365a	4.75	93.90	0.11	0.73	0.31	0.09	0.06	0.05
		реверс	2365b	4.78	93.68	0.10	0.88	0.29	0.12	0.09	0.05
2366	278/279	аверс	2366a	4.39	94.30	0.12	0.27	0.63	0.16	0.06	0.07
		реверс	2366b	4.97	93.99	0.16	0.36	0.20	0.20	0.06	0.05
2367	278/279	аверс	2367a	5.34	93.72	0.15	0.26	0.31	0.18	0.06	0.00
		реверс	2367b	4.02	95.08	0.09	0.24	0.20	0.27	0.05	0.05
2368	278/279	аверс	2368a	4.29	94.65	0.09	0.41	0.21	0.24	0.05	0.05
		реверс	2368b	4.50	94.24	0.12	0.41	0.43	0.17	0.07	0.06
2369	278/279	аверс	2369a	6.09	92.63	0.13	0.49	0.15	0.42	0.07	0.03
		реверс	2369b	4.35	94.68	0.10	0.20	0.36	0.19	0.05	0.06
2370	278/279	аверс	2370a	4.37	94.52	0.11	0.15	0.51	0.21	0.08	0.05
		реверс	2370b	4.95	94.08	0.13	0.14	0.31	0.26	0.09	0.04

2371	278/279	аверс	2371a	5.45	92.94	0.13	0.90	0.28	0.19	0.07	0.05
		реверс	2371b	4.60	93.70	0.10	0.86	0.43	0.23	0.04	0.04
2372	278/279	аверс	2372a	5.76	92.73	0.13	0.77	0.35	0.15	0.07	0.04
		реверс	2372b	5.19	92.99	0.10	0.98	0.45	0.18	0.06	0.04
2373	278/279	аверс	2373a	7.96	90.69	0.19	0.16	0.75	0.15	0.08	0.03
		реверс	2373b	4.27	95.05	0.10	0.17	0.18	0.15	0.05	0.04
2374	278/279	аверс	2374a	5.61	92.18	0.10	1.56	0.32	0.12	0.07	0.04
		реверс	2374b	5.70	92.15	0.15	1.47	0.29	0.13	0.06	0.05
2375	278/279	аверс	2375a	6.65	90.74	0.17	1.63	0.50	0.17	0.10	0.04
		реверс	2375b	6.98	90.78	0.14	1.48	0.35	0.13	0.08	0.05
2376	278/279	аверс	2376a	5.62	92.42	0.13	1.05	0.45	0.20	0.10	0.04
		реверс	2376b	6.20	91.82	0.15	1.06	0.43	0.22	0.08	0.03
2377	278/279	аверс	2377a	7.03	92.00	0.19	0.30	0.11	0.27	0.06	0.04
		реверс	2377b	5.13	93.94	0.11	0.23	0.38	0.10	0.06	0.05
2378	278/279	аверс	2378a	5.15	93.77	0.12	0.07	0.21	0.56	0.05	0.07
		реверс	2378b	4.53	94.49	0.10	0.06	0.15	0.56	0.04	0.06
2379	278/279	аверс	2379a	7.72	91.06	0.16	0.08	0.16	0.70	0.08	0.04
		реверс	2379b	4.27	94.95	0.09	0.06	0.13	0.39	0.04	0.07
2380	278/279	аверс	2380a	5.27	94.01	0.15	0.10	0.07	0.33	0.03	0.04
		реверс	2380b	4.75	94.55	0.16	0.07	0.09	0.29	0.03	0.05
2381	278/279	аверс	2381a	6.12	92.75	0.16	0.14	0.16	0.55	0.06	0.05
		реверс	2381b	4.80	94.32	0.11	0.10	0.14	0.44	0.04	0.05
2382	278/279	аверс	2382a	6.16	91.87	0.18	0.80	0.64	0.24	0.07	0.03
		реверс	2382b	6.01	92.13	0.15	0.74	0.62	0.24	0.07	0.03
2383	278/279	аверс	2383a	5.00	94.18	0.12	0.08	0.25	0.25	0.07	0.05
		реверс	2383b	5.83	93.27	0.17	0.14	0.24	0.25	0.06	0.04
2384	278/279	аверс	2384a	5.35	93.37	0.11	0.57	0.40	0.08	0.07	0.05
		реверс	2384b	5.01	93.94	0.12	0.52	0.19	0.09	0.07	0.05
2385	278/279	аверс	2385a	3.88	95.20	0.08	0.15	0.47	0.13	0.04	0.05
		реверс	2385b	5.96	92.81	0.13	0.21	0.54	0.22	0.08	0.04
2386	278/279	аверс	2386a	6.55	91.87	0.17	0.94	0.24	0.11	0.07	0.05
		реверс	2386b	6.13	92.40	0.13	0.81	0.29	0.12	0.06	0.05
2387	278/279	аверс	2387a	4.30	93.96	0.12	0.71	0.66	0.11	0.08	0.06
		реверс	2387b	3.61	95.05	0.08	0.80	0.21	0.13	0.06	0.06
2388	278/279	аверс	2388a	5.14	93.11	0.14	0.59	0.63	0.28	0.06	0.04
		реверс	2388b	6.58	90.44	0.15	1.11	1.46	0.18	0.04	0.04
2389	278/279	аверс	2389a	5.73	92.29	0.16	1.13	0.34	0.22	0.11	0.03
		реверс	2389b	3.97	94.45	0.09	0.99	0.21	0.19	0.06	0.05
2390	278/279	аверс	2390a	4.66	94.47	0.09	0.10	0.13	0.41	0.05	0.06
		реверс	2390b	4.95	94.14	0.11	0.11	0.17	0.43	0.03	0.07
2391	278/279	аверс	2391a	7.41	91.58	0.20	0.08	0.29	0.33	0.07	0.04
		реверс	2391b	9.00	89.67	0.19	0.10	0.20	0.70	0.10	0.04
2392	278/279	аверс	2392a	7.26	91.50	0.20	0.16	0.20	0.59	0.06	0.04
		реверс	2392b	6.05	92.79	0.21	0.12	0.24	0.43	0.08	0.08
2393	278/279	аверс	2393a	9.24	89.29	0.17	0.14	0.24	0.82	0.08	0.03
		реверс	2393b	7.66	90.99	0.23	0.13	0.38	0.52	0.06	0.04
2394	278/279	аверс	2394a	4.60	94.83	0.13	0.09	0.07	0.22	0.02	0.05
		реверс	2394b	5.28	93.95	0.15	0.10	0.15	0.28	0.04	0.05
2395	278/279	аверс	2395a	6.19	92.95	0.16	0.10	0.20	0.29	0.06	0.05
		реверс	2395b	5.92	93.31	0.12	0.09	0.16	0.27	0.05	0.03
2396	278/279	аверс	2396a	7.39	91.34	0.14	0.11	0.19	0.73	0.06	0.05
		реверс	2396b	4.84	94.26	0.10	0.07	0.16	0.46	0.04	0.05

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамзон, М.Г., Гунчина, О.Л. 2016а: Исследование монетного сплава боспорских статеров III–IV вв. н.э. методом рентгеновской флуоресцентной спектроскопии (XRF) (по материалам крупнейшего клада из раскопок Фанагории). В сб.: *Первый Российский кристаллографический конгресс. От конвергенции наук к природоподобным технологиям. Москва, ВДНХ, 21–26 ноября 2016 г. Сборник тезисов.* М., 279.
- Абрамзон, М.Г., Гунчина, О.Л. 2016б: Содержание серебра в статерах Рескупорида V 242/243–257/258 гг. н.э.: исследование методом рентгеновской флуоресцентной спектроскопии (XRF). *ПИФК* 4, 280–329.
- Абрамзон, М.Г., Кузнецов, В.Д. 2014: Клад боспорских статеров III–IV вв. из Фанагории (2011 год). *ВДИ* 4, 56–86.
- Абрамзон, М.Г., Кузнецов, В.Д. 2017: *Клад позднебоспорских статеров из Фанагории (Фанагория. Результаты археологических исследований. Т. 5).* М.
- Абрамзон, М.Г., Фролова, Н.А. 2007–2008: *Корпус боспорских кладов античных монет. Т. I (1834–2005 гг.)* (БИ. Suppl. 2), 580–596.
- Сапрыкина, И.А., Гунчина, О.Л. 2017: Химический состав металла боспорских статеров Фанагорийского клада 2011 г. В кн.: Абрамзон, М.Г., Кузнецов, В.Д. 2017, 272–483.
- Сапрыкина, И.А., Пельгунова, Л.А., Гунчина, О.Л., Равич, И.Г., Кичанов, С.Е., Козленко, Д.П., Назаров, К.М. 2017: Некоторые замечания о технике изготовления боспорских статеров из Фанагорийского клада 2011 г. В кн.: Абрамзон, М.Г., Кузнецов, В.Д. 2017, 484–493.
- Смекалова, Т.Н., Дюков, Ю.Л. 2001: *Монетные сплавы государств Северного Причерноморья: Боспор, Ольвия, Тира.* СПб.
- Фролова, Н.А. 1997: *Монетное дело Боспора (середина I в до н.э. – середина IV в. н.э.).* Ч. II. М.
- Хайрединова, Э.А. 1994: Боспор и морские походы варваров второй половины III в. н.э. *МАИЭТ* IV, 517–527.
- Caley, E.R.; McBride, H.D. 1956: Chemical Composition of Antoniniani of Trajan Decius, Trebonianus Gallus, and Valerian. *The Ohio Journal of Science* 56.5 (September), 285–289.
- Cope, L. A. 1969: The Nadir of the Imperial Antoninianus in the Reign of Claudius II Gothicus, A.D. 268–270. *NC* 7th Ser. 9, 144–161.
- Deraisme, A., Beck, L., Pilon, F., Barrandon, J.-N. 2006: A Study of the Silvering Process of the Gallo-Roman Coins Forged during the Third Century A.D., *Archaeometry* 48 (3), 464–480.
- Esty, W., Equall, N., Smith, R.J. 1993: The Alloy of the ‘XI’ Coins of Tacitus. *NC* 153, 201–204.
- King C.E. 1989: The Alloy Content of the Antoninianus, A.D. 253–268. In: Carradice I.A. et al. (eds.), *Proceedings of the 10th International Congress of Numismatics, London, 1986.* Wetteren, 289–292.
- King, C.E., Northover, J.P. 1997: Ashmolean, British Museum and Neftenbach Hoard Analyses. In: L.H. Cope, C.E. King, J.P. Northover, T. Clay (eds.), *Metal Analyses of Roman Coins Minted under Empire* (British Museum Occasional Paper 120), 67–154.
- Klockenkamper, R., Bubert, H., Hasler, K. 1991: Detection of Near-surface Silver Enrichment on Roman Imperial Silver Coins by X-ray Spectral Analysis. *Archaeometry* 41.2, 311–320.
- Kraft, G., Flege, S., Reiff, F., Ortner, H.M., Ensinger, W. 2006: EPMA Investigation of Roman Coin Silvering Techniques, *Microchim Acta* 155, 179–182.
- Sutherland, S.H.V., Harold, M.R. 1961: The Silver Content of Diocletian’s Early Post-reform Copper Coins. *Archaeometry* 4, 56–61.
- Verboven, K. 2007: Demise and Fall of the Augustan monetary system, in: O. Hekster, G. de Kleijn, D. Slootjes (eds.), *Crisis and the Roman Empire.* Leiden–Boston, 245–257.
- Vlachou, C., McDonnell, J.G., Janaway, R.C. 2002: Experimental Investigation of Silvering in Late Roman coinage. In: *Material Research Society Symposia Proceedings.* Vol. 712, 461–470.

REFERENCES

- Abramzon, M.G., Frolova, N.A. 2007–2008: *Korpus bosporskikh kladov antichnykh monet*. Т. I. (1834–2005 гг.). [A corpus of the Bosporan hoards of ancient coins. Vol. I. (1834–2005)]. (*Bosporskie issledovaniya [Bosporos Studies]. Supplementum*. 2). Simferopol–Kerch.
- Abramzon, M.G., Gunchina, O.L. 2016a: Issledovanie monetnogo splava bosporskikh staterov III–IV vv. n. e. h. metodom rentgenovskoy fluorescentnoy spetsroskopii (XRF) (po materialam krupneyshego klada iz raskopok Fanagorii) [A study of the Bosporan stater alloy of the 3rd–beginning of the 4th century BC by X-ray spectral analysis (on materials of the largest hoard from the excavations at Phanagoria)]. In: *Pervyy Rossiyskiy kristallograficheskiy kongress. Ot konvergentsii nauk k prirodopodobnym tekhnologiyam*. Moskva, VDNH, 21–26 noyabrya 2016 g. *Sbornik tezisev [The First Russian Crystallographic Congress. From the Sciences that resemble natural ones to the technology convergence. Moscow, VDNKH, 21–26 November 2016. Abstracts]*. Moscow, 279.
- Abramzon, M.G., Gunchina, O.L. 2016b: Soderzhanie serebra v staterakh Reskuporida V 242/243–257/258 gg. n. e.: issledovanie metodom rentgenovskoy fluorescentnoy spetsroskopii (XRF) [The silver content of Phescuporis V's stater of AD 242/243–257/258 (a study by X-ray spectroscopy)]. *Problemy istorii, filologii, kul'tury [Journal of Historical, Philological and Cultural Studies]* 4, 280–329.
- Abramzon, M.G., Kuznetsov, V.D. 2014: Klad bosporskikh staterov III–IV vv. n. e. iz Fanagorii (2011 god) [A hoard of the 3rd–4th centuries AD Bosporan stater from Phanagoria (2011)]. *Vestnik drevney istorii [Journal of Ancient History]* 4, 56–86.
- Abramzon, M.G., Kuznetsov, V.D. 2017: *Klad pozdnebosporskikh staterov iz Fanagorii [A Hoard of Late Bosporan Staters from Phanagoria] (Fanagoriya. Rezul'taty arkhelogicheskikh issledovaniy [Phanagoria. Results of archaeological studies]. Vol. 5)*. Moscow.
- Caley, E.R.; McBride, H.D. 1956: Chemical Composition of Antoniniani of Trajan Decius, Trebonianus Gallus, and Valerian. *The Ohio Journal of Science* 56.5 (September), 285–289.
- Cope, L. A. 1969: The Nadir of the Imperial Antoninianus in the Reign of Claudius II Gothicus, A.D. 268–270. *NC* 7th Ser. 9, 144–161.
- Deraisme, A., Beck, L., Pilon, F., Barrandon, J.-N. 2006: A Study of the Silvering Process of the Gallo-Roman Coins Forged during the Third Century A.D., *Archaeometry* 48 (3), 464–480.
- Esty, W., Equall, N., Smith, R.J. 1993: The Alloy of the 'XI' Coins of Tacitus. *NC* 153, 201–204.
- Frolova, N.A. 1997: *Monetnoe delo Bospora (seredina I v do n.e. – seredina IV v. n.e.)*. [The Bosporan coinage (the mid-1st century BC – mid-4th century AD)]. Vol. II. Moscow.
- Khayredinova, E.A. 1994: Bospor i morskie pokhody varvarov vtoroy poloviny III v. n.e. [The Bosporus and raids of barbarian during the second half of the 3rd century AD]. *Materialy po arkhelogii, istorii i etnografii Tavrii [Materials of the Archaeology, History and Ethnography of Taurii]* IV, 517–527.
- King C.E. 1989: The Alloy Content of the Antoninianus, A.D. 253–268. In: Carradice I.A. et al. (eds.), *Proceedings of the 10th International Congress of Numismatics, London, 1986*. Wetteren, 289–292.
- King, C.E., Northover, J.P. 1997: Ashmolean, British Museum and Neftenbach Hoard Analyses, in: L.H. Cope, C.E. King, J.P. Northover, T. Clay (eds.), *Metal Analyses of Roman Coins Minted under Empire* (British Museum Occasional Paper 120), 67–154.
- Klockenkamper, R., Bubert, H., Hasler, K. 1991: Detection of Near-surface Silver Enrichment on Roman Imperial Silver Coins by X-ray Spectral Analysis. *Archaeometry* 41.2, 311–320.
- Kraft, G., Flege, S., Reiff, F., Ortner, H.M., Ensinger, W. 2006: EPMA Investigation of Roman Coin Silvering Techniques, *Microchim Acta* 155, 179–182.
- Saprykina, I.A., Gunchina, O.L. 2017: Khimicheskiy sostav metalla bosporskikh staterov Fanagoriyskogo klada 2011 g. [Chemical composition of the metal of Bosporan stater from the 2011 Phanagorian Hoard]. In: Abramzon, M.G., Kuznetsov, V.D. 2017, 272–483.

- Saprykina, I.A., Pelgunova, L.A., Gunchina, O.L., Ravich, I.G., Kichanov, S.E., Kozlenko, D.P., Nazarov, K.M. 2017: *Nekotorye zamechaniya o tekhnike izgotovleniya bosporskikh staterov iz Fanagoriyskogo klada 2011 g.* [Some notes on the technology of production of the Bosporan staters from the 2011 Phanagorian Hoard] In: Abramzon, M.G., Kuznetsov, V.D. 2017, 484–493.
- Smekalova, T.N., Dyukov, Yu.L. 2001: *Monetnye splavy gosudarstv Severnogo Prichernomor'ya: Bospor, Ol'viya, Tira* [Coinage alloys of the North Black Sea states: Bosporus, Olbia, Tyra]. Saint Petersburg.
- Sutherland, S.H.V., Harold, M.R. 1961: The Silver Content of Diocletian's Early Post-reform Copper Coins. *Archaeometry* 4, 56–61.
- Verboven, K. 2007: Demise and Fall of the Augustan monetary system, in: O. Hekster, G. de Kleijn, D. Slootjes (eds.), *Crisis and the Roman Empire*. Leiden–Boston, 245–257.
- Vlachou, C., McDonnell, J.G., Janaway, R.C. 2002: Experimental Investigation of Silvering in Late Roman coinage. In: *Material Research Society Symposia Proceedings*. Vol. 712, 461–470.

A STUDY OF SILVER CONTENT AND SURFACE-SILVERING OF TEIRANES' STATERS

Mikhail G. Abramzon*, Olga L. Gunchina**, Irina A. Saprykina***

* *Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia*
abramzon-m@mail.ru

** *State Historical and Archaeological Reserve "Phanagoria", Sennoy, Russia*
gunchino@mail.ru

*** *Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*
dolmen200@mail.ru

Abstract. This paper deals with the results of detection of 161 Teiranes' staters from the 2011 Phanagorian hoard by X-ray spectral analysis. This is the largest homogeneous assemblage of Teiranes' coins. One purpose of present investigation was to determine the original silver content of alloy. The other was to ascertain the silvering technology used by the Pantikapaion mint after AD 275/276. The investigation showed the poor silver content of the Teiranes' staters varying, with an average, between 5 and 6–9%. These staters are comparable with the antoniniani of Aurelian, Tacitus and Florian in respect of their percentages of silver and silver coating. The Teiranes' staters and the synchronous Roman antoniniani were struck in alloy, which contained bronze and small amount (3–4% and sometimes little more) of silver, and were covered with a thin wash of silver. This thin wash wore off soon, and coins looked that of mere bronze. The new data show clearly that the Pantikapaion mint followed the Roman trend in solving the problem of silver coin nadir; it could apply different techniques of silvering. It is especially obvious for the coinages of Sauromates IV and Teiranes.

The investigation showed that if the low-silver Rhescuporis' V staters do not bear any traces of surface-silvering, then the Teiranes' staters had more less silver percentage in alloy and suffered the process for silvering. Their plating was probably obtained by combination of wrapping of blanks in a silver foil heated to at least 950° and then cold striking.

Keywords: Bosporus, Teiranes, coin production, technical aspects, silver-plated staters, XRF, silvering process
