

**Л. И. ШЕРЕШЕВ**

## **О ТЕХНИКЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ В СРЕДНЕВЕКОВОМ ХЕРСОНЕСЕ МОНЕТ ТИПА «РО»**

Одним из малоизученных вопросов последнего периода монетного производства в средневековом Херсонесе является вопрос о технологии получения монет методом литья. Интерес к этой проблеме тем более понятен, что за всю историю раскопок города не найдено материальных памятников, позволяющих с полной достоверностью судить о деталях технологии: в распоряжении археологов нет ни остатков литейных форм, ни штампов — моделей для формовки. Нет и письменных источников, говорящих о данном способе производства монет.

Ввиду недостаточной изученности данного вопроса было бы, очевидно, преждевременно говорить о самостоятельности развития литейного дела в Херсонесе или о полной зависимости его от традиций и методов литья, существовавших в других центрах<sup>1</sup>.

Известен ряд работ<sup>2</sup>, где предпринят анализ способа изготовления монет литьем и отмечаются признаки, характерные для изделий, полученных методом литья в формах из огнеупорного материала, приводятся примеры дефектов, встречающихся в литых монетах, говорится о возможном применении штампов для формовки монет. Соглашаясь с общими выводами, содержащимися в этих работах, мы попытались, исходя из визуального изучения монет, химических и металлографических анализов и моделирования предположительных способов литья, представить технологию процесса производства монет, четко сформулировать и систематизировать признаки, характеризующие литье монеты. С этой целью было проведено большое количество опытов, основывавшихся на изучении монет с монограммой на лицевой стороне и крестом на Голгофе на обратной<sup>3</sup>.

Эти монеты различаются по весу, диаметру, цвету металла, сохранности. Можно выделить и группы монет, различающихся по стилю изображения указанной монограммы, что, очевидно, было неизбежно при том большом промежутке времени, когда

Херсонесский монетный двор выпускал эти монеты. Хотя относительно времени и продолжительности выпуска монет этого типа существуют различные точки зрения<sup>4</sup>, в настоящей работе не ставится задача с помощью каких-либо методов датировать выпуск этих монет. Целью работы является только выяснение способа и технических приемов литья монет.

Очевидно, сам процесс массового литья предполагает наличие форм для заливки металла и каких-либо штампов для получения идентичных отпечатков. Материалом для таких форм могла служить соответственным способом обработанная глина. Глины, пригодные для изготовления форм и штампов, в изобилии встречаются в Херсонесе и его окрестностях<sup>5</sup>. Примерами использования местных глин являются замечательные терракотовые и глиняные статуэтки, посуда, черепица и другие изделия, в большинстве своем говорящие о местном производстве. При раскопках города и его окрестностей встречаются и формы из глины<sup>6</sup>. Литейные формы для производства украшений, предметов обихода, рыболовных крючков и т. п. найдены даже в домах жителей<sup>7</sup>, что свидетельствует о достаточном опыте их изготовления у многих ремесленников. Все это дает основания рассмотреть вопрос о возможности применения местных глин при изготовлении форм и штампов для производства монет данного типа.

Анализ монет указывает на литье их формы из пластичных материалов. На монетах часто видны приливы металла в местах вырыва формовочной смеси<sup>8</sup> или следы выгорания смеси формы в процессе литья, особенно часто со стороны монограммы<sup>9</sup>, перепечатка одного и того же изображения на одном поле<sup>10</sup>, двойные изображения<sup>11</sup>, различное расположение символов по отношению к оси и другие признаки, говорящие о том, что формовка производилась путем оттиска. Таких признаков не наблюдалось бы в случае применения форм из камня или иных непластичных материалов.

Формовка для литья монет производилась при помощи штампа из твердого, но легко поддающегося обработке материала. Маловероятно применение для изготовления штампов металлов или камня. При использовании металлического штампа отпечаток был бы четким. Металлические штампы могли служить неограниченно долгое время, что давало бы очень много идентичных по всем признакам изображений на монетах. Однако разнотильность начертания монограммы на очень многих монетах указывает на относительно частую замену штампов, что исключает допущение о применении металлических штампов. То же самое можно сказать и о применении для изготовления штампов твердых пород камня. Мягкие же породы камня, например инкерманский известняк, от впитывания влаги становятся рыхлыми и разрушаются гораздо быстрее обожженной глины.

Технологический процесс смоделирован нами в следующем

эксперименте. Из глины, взятой в районе Херсонеса, были изготовлены штампы — конусы грибообразной формы. После сушки заготовок на них вручную вырезались символы (см. рис. 1; 1,2) <sup>12</sup>. Готовыми штампами была произведена формовка и получены отливки муляжей монет.

В процессе проведения опытов было сделано несколько пар

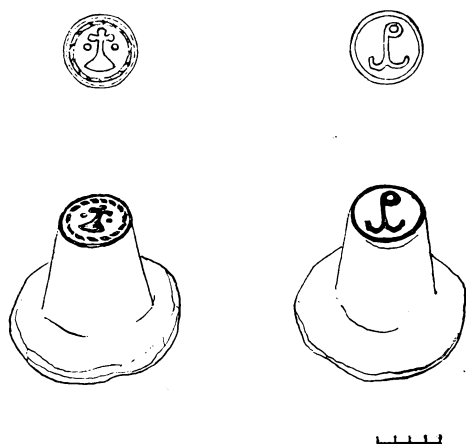


Рис. 1. Модель глиняного штампа

штампов: одна пара — из глины, не прошедшей специальной подготовки, одна — из глины, подготовленной путем специальной очистки от посторонних примесей, и одна — из белой гончарной глины. Кроме того, четыре штампа были получены из подготовленной глины путем тиражирования, т. е. методом простого вдавливания сырой заготовки в отпечаток, полученный от готового штампа в одной из половинок глиняной формы.

Попытка формовки необожженными высушенными штампами закончилась неудачей — от взаимодействия глины с влагой штампы разрушились. Другие штампы были подвергнуты обжигу в муфельной электропечи при температуре от 850 до 1100 °С в течение 2—4 часов до твердости, которую имеет слабообожженная керамика. При обжиге штампы из неподготовленной красной глины получили местное оплавление и растрескивание поверхностей, соприкасавшихся с муфелем печи. Остальные поверхности этих штампов и штампы из специально подготовленных глин видимых изменений не имели. После обжига все штампы производили впечатление относительно прочных, при ударе издавали звон обожженной керамики, при погружении в воду не впитывали влагу или же впитывали ее неактивно. Рабочие штампы, кроме изготовленных из неподготовленной глины, которые разрушались в результате процесса разбухания не удаленных из глины кусочков известняка, сохранились до настоящего времени. Ими была произведена формовка для литья монет. При проведении эксперимента по получению отпечатков штампа в глине было сделано свыше 300 отпечатков, и штампы сохранили свой первоначальный вид.

Проведенные опыты доказывают полную пригодность штампов из обожженной глины для формовки монет.

Обращает внимание и еще одно существенное обстоятельство, которое вполне может быть объяснено применением штам-

пов и форм из глины. Это изменение диаметров монет при одновременном сохранении стиля начертания монограммы<sup>13</sup>. Проведенные обмеры монет коллекции Херсонесского музея показывают изменение их диаметров от 13 до 28 мм<sup>14</sup>. Изменение размеров составляет 1 мм и может быть обусловлено применением метода тиражирования штампов, аналогичного применявшемуся в опытах. Естественным следствием такого метода тиражирования является уменьшение диаметра нового штампа в результате усадки глины при ее сушке и обжиге. Усадка глины после сушки равна 1,2—1,3%, что подтверждено для глин Херсонеса<sup>15</sup>. Но она может колебаться в зависимости от массы и линейных размеров изделия (для штампа диаметром 26 мм усадка составляет 1%), а также от состава формовочной смеси. Если в формовочной смеси будут преобладать шамот и песок, то усадка будет до 1%. Учитывая это, можно представить последовательное уменьшение диаметров штампов при их тиражировании по схеме: штамп+форма+штамп, где каждое звено будет добавлять процент усадки.

С целью проверки этого вывода был проведен опыт отливки монет из сплава, применявшегося в Херсонесе, по тиражированному штампу<sup>16</sup>. В качестве первоначального был использован штамп диаметром 28 мм. Диаметр рабочей поверхности новых штампов, снятых с отпечатка этого штампа, в высушенной глине методом вдавливания в оттиск сырой заготовки после сушки и обжига составил примерно 27,7 мм, что соответствует уменьшению примерно на 1,3%. Отпечаток этим штампом в форме после сушки дал размер 27,4 мм, что составляет тот же процент. Монета, отлитая по этой форме из сплава, по химическому составу идентично сплавам херсонесских монет указанного типа, дала размер диаметра 26,9—27,7 мм (необходимо учитывать и усадку металла, которая для древних бронз составляет 1,5%<sup>17</sup>). Здесь ясно видно уменьшение диаметра монеты по сравнению с отпечатком, с которого тиражировался штамп, примерно на 1 мм. В случае использования в качестве штампа монеты подобного изменения размеров не происходило бы, оно должно быть, очевидно, вдвое меньше<sup>18</sup>. Незначительные искажения размеров от правки вручную изображения, оплывания глины при обжиге и т. п. можно, очевидно, не принимать во внимание. Калибровка штампов по одному определенному диаметру для рассматриваемого вида монет, видимо, не производилась.

Подобный метод тиражирования облегчал бы изготовление штампов, так как в этом случае отпадала необходимость разметки рисунка на заготовке, оставалось только выделить его рельефно. Но это, конечно, не исключает возможности изготовления штампов вручную, что могло происходить при отсутствии готовых отпечатков, при полном разрушении предыдущей формы и старого штампа.

Существует ряд монет, очертания монограммы на которых

производят впечатление, будто рисунок штампа не вырезался на его поверхности, а был наложен в виде жгута из глины и примазан к поверхности штампа. Подобные выпуклые изображения линий встречаются при ангобном украшении керамики. Не являются ли штампы, которыми формовались эти монеты, изготовленными подобным способом?

Вторая часть эксперимента имела целью выяснение технологии литья монеты данного типа, для чего использовались изготовленные по штампам глиняные формы.

С целью более точного воспроизводства технологии процесса литья монет этого типа были проведены химический и металлографический анализы металла, фотографирование микро- и макроструктур образцов. Всего было сделано 8 химических анализов металла монет и 1 (№ 7) — цветного металла, обнаруженного в литейном шлаке, который был найден при контрольных зачистках в Херсонесе в 1976 г.; сфотографировано 5 образцов продольного сечения и 1 поперечного<sup>19</sup>, получены фотографии микро- и макроструктур металла монет.

В процессе этого исследования было выяснено, что содержание примесей в металле различных образцов подлинных монет различно и за исключением железа колеблется в очень больших пределах (см. таблицу)<sup>20</sup>.

**Химический состав сплавов монет с монограммой**

№	Содержание примесей, %					
	Cu	Pb	Sn	Fe	Zn	Ni
1	74,60	23,50	1,00	0,05	0,57	сл.
2	75,23	23,00	0,94	0,05	0,63	сл.
3	66,80	31,00	1,50	0,06	0,45	сл.
4	88,90	3,00	1,00	0,06	6,10	сл.
5	73,40	24,50	1,50	0,05	0,48	сл.
6	87,00	11,80	0,63	0,06	0,40	сл.
7	86,45	1,02	11,80	0,15	ост.	сл.
11	73,60	16,16	5,13	0,20	ост.	сл.
12	74,94	18,10	1,86	0,20	ост.	сл.

Основной компонент металла монет — это медь и свинец (не считая образца № 7, не являющегося сплавом). Исключение составляет образец № 4, где содержание свинца только 3%.

Изучение структуры образцов микрошлифов проводилось с целью выяснения условий литья и остывания монет<sup>21</sup>. Выяснилось, что природа всех изученных образцов одинакова. Структура их отвечает структуре литого сплава, но количество видимых включений разное. Металл образцов не имеет аналогов среди применяющихся ныне промышленных сплавов.

После травления образцов, когда четко проявилась структу-

ра металла, анализ показал, что строение его дендритное, в большинстве своем транскристаллическое, симметричной конфигурации сечений. Дендриты росли от поверхности охлаждения вглубь, имеют величину от  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{1}{2}$  толщины тела монеты. Это подтверждает литье в двухстороннюю массивную форму и относительно медленное, постепенное охлаждение его вместе с формой, когда кристаллы успевали вырасти до таких крупных размеров. Только образец № 2 дает несколько иную картину — сравнительно быстрое, но не моментальное охлаждение металла. Дендриты по внешнему виду самые различные: лучеобразные, в виде елочек, звездочек, цветов и т. д. В междендритном пространстве имеются включения в виде высокодисперсных или мелких, беспорядочно расположенных эвтектоидных включений серого или голубого цвета. Это мягкие свинцовистые включения. А весь металл образцов — чисто механическая смесь. Этим в значительной степени обусловлена сравнительная механическая непрочность самих монет. В металле ясно видны поры, иногда без заполнения. При небольшом увеличении ( $10\times$ ) на металле шлифов видны полосы, пятна серого и голубого цвета на фоне желтого и красного. Просматривается большое количество трещин, волосовин, газовых и усадочных раковин. Края всех образцов очерчены более плотным, чем основной, тонким слоем металла. Разность цвета металла, эвтектоидные зоны указывают на плохое размещение металла при его плавке, а также на наличие при литье различных зон термического влияния в результате недостаточного прогрева форм или резкого отбора тепла форм при остывании. Это может происходить и отдельными участками, если, например, на горячую форму при литье будет наложен холодный груз — камень и т. п. При рассмотрении в поляризованном свете ясно видны отдельные кристаллические включения шлаков в виде стекла и т. п.

После получения результатов химического анализа в электрическом горне была произведена плавка металла следующего состава: Cu — 74 %, Pb — 24 %, Sn — 1 %, Fe — 0,05 %, Zn — 1 %. Медь бралась химически чистая, электродная, рафинированная<sup>22</sup>. Этим сплавом была произведена опытная отливка монет в глиняных формах, состоящих из двух половин. Литье осуществлялось в одном случае в вертикальном положении формы, в остальных — в горизонтальном. В последнем случае на форму клался груз для предотвращения смещения верхней половины формы. Фиксаторы, выпары, прибыли не изготовлялись. Опыт литья в вертикальном положении формы дал на отливке очень четкие по выразительности изображения символов, но при этом наблюдались большие потери металла от просачивания между половинками формы. При литье в горизонтальном положении нижней половиной служила форма с монограммой, при этом символ на отливке оказывался явно менее четко выражен по сравнению с монограммой (см. рис. 1).

Поверхность металла отливок имеет свинцовисто-серебристый цвет с золотистым отливом. Цвет основного металла после снятия верхнего слоя золотисто-желтый. Металл легко гнется, но сразу не ломается (см. рис. 2).

Во время проведения опытов было отмечено появление на поверхности монет слоя свинца<sup>23</sup>, особенно четко наблюдавшееся при литье в горизонтально расположенную форму. На наш взгляд, это вызвано тем, что при литье сплава данного со-

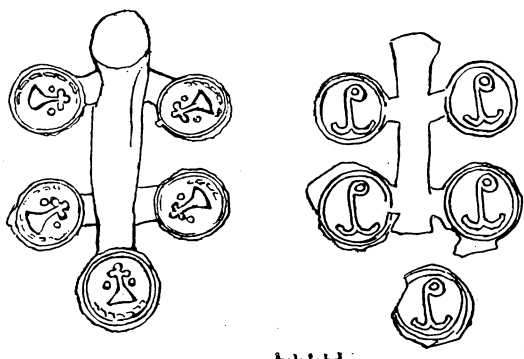


Рис. 2. Отливка в экспериментальной форме

става металл, имеющий более высокую точку плавления, при остывании в какой-то момент уже находился в твердом состоянии, и происходил рост его кристаллов, а более низкоплавкие составляющие шихты находились еще в жидком состоянии. Это относится только к металлам, не вступившим в химические соединения. Медь со свинцом химически

соединяется очень плохо<sup>24</sup>, и свободный свинец под действием температуры, которая пока еще выше точки его остывания, выплавляется между растущими кристаллами меди. Часть свинца заполняет в виде локальных эвтоктоидных включений междендритное пространство, а другая часть под действием более тяжелых слоев металла, давление массы которого при литье направлено вниз, как бы вытесняет наружу и заполняет верх отпечатка. Происходит так называемая ликвидация<sup>25</sup> металла, которая, возможно, и является причиной того, что изображение одной из сторон монет с монограммой является менее четким. После окончания изучения полученных опытами материалов одна из монет была нагрета над пламенем газовой горелки примерно до 400 °С, и с нее был сплавлен слой свинца. После очистки ее проволочной щеткой от нагара монета приобрела вид и цвет, практически не отличающийся от внешнего вида монет, найденных в Херсонесе. Затем монета была легко отделена от литниковой системы путем простого отламывания, на ней сохранились следы литников, идентичные часто встречающимся на подлинных монетах (см. рис. 2).

Изучение херсонесских монет данного типа и проведенные опыты позволяют сделать некоторые выводы по технологическому процессу их изготовления.

Литье осуществлялось в разъемную форму из двух половин. Об этом говорят следующие факты: двухстороннее изображе-

ние при литой структуре, встречающиеся почти на всех монетах следы затеков металла между половинками формы — заливы, следы или остатки литников, смещение на некоторой части монет аверса по отношению к реверсу, что может говорить только об отсутствии фиксирующих устройств у двух половинок литейной формы, или же о примитивном их устройстве.

Возможно, что нижней половиной формы в большинстве случаев служила половина с монограммой, так как именно эта монограмма имеет на монетах более четкие очертания, а, как следует из опытов, при горизонтальном расположении формы изображение на нижней половине всегда более рельефно. Применение половины формы с монограммой в качестве нижней могло производиться в силу многолетней литейной традиции, соблюдения своеобразного технологического процесса или же из-за необходимости в четком и рельефном выделении именно этой монограммы.

Вполне допустимо, что нижняя половина формы использовалась для литья неоднократно, так как стояк изготовлялся в верхней половине формы, и именно верхняя половина разрушалась при выемке отливок, тогда как нижняя могла сохраняться. Возможно, поэтому на стороне монет с монограммой очень часто встречаются дефекты в виде приливов металла в местах вырыва материала формы штампом, от выгаров материала во время литья и т. п. Этих дефектов на стороне с символом не встречается, так как разрушенная верхняя половина формы, очевидно, изготовлялась вновь.

Литниковая система вырезалась в материале формы от готового отпечатка к отпечатку крестообразно узкой лопаткой. Литье осуществлялось в горизонтально расположенные формы, не имеющие выпаров, являющихся своеобразными питателями. В пользу этого говорит и факт менее рельефного изображения одной из сторон монет, и поры, коробления и трещины в металле, являющиеся следствием усадки. Все эти дефекты выявлены при анализе макроструктур образцов. При литье в формы без выпаров и прибылей верхние слои металла при остывании, естественно, дают усадку. Если усадка нижележащих слоев затруднена, так как металл этих слоев подпитывается из вышележащих, то усадка последних ограничена только свойствами самого сплава. Торможение усадки линейной формы при малых массах монет в расчет может не приниматься<sup>26</sup>. В результате усадки происходило образование пор в металле, а из-за отсутствия подпитки металла — неполное заполнение отпечатка в верхней части. Отсюда нечеткость изображения на той стороне, которая при литье являлась верхней<sup>27</sup>.

Химический анализ металла монет нашего типа свидетельствует о том, что литейщики средневекового Херсонеса при получении монетных сплавов свободно варьировали дешевыми добавками. Эти сплавы содержат очень большое количество



свинца (до 25 %). В медных рудах такого количества свинца не содержится. Цинк добавляется для усиления жидкотекучести металла. Известно, что еще в древнем Риме получали латунь, сплавляя медь с галмеем, т. е. с цинковой рудой, содержащей смесь углещинковых и кремнецинковых солей<sup>28</sup>. Свинец, очевидно, добавлялся с иной целью. В данном случае нельзя говорить о применении такого состава для снижения точки плавления шихты, так как сначала все равно необходимо было расплавить более тугоплавкую медь. Опыт показал, что при данном химическом составе шихты плавку иначе вести нельзя<sup>29</sup>. Подшихтовывая сплав свинцом, херсонеситы, возможно, стремились получить более дешевый металл.

Сплав, применявшийся для литья данного типа монет, несмотря на большой процент подшихтовки другими металлами, имитирует цвет меди, но в то же время обладает отличиями от нее качествами, не позволяющими применять его для штамповки. Большое содержание свинца в монетах удешевляло, а в присутствии цинка облегчало литье, но одновременно это вело к обесценке металла, а следовательно, и монет. Они, возможно, использовались только для обращения на внутреннем рынке Херсонеса и «порча» их диктовалась нуждами города.

#### ПРИМЕЧАНИЯ

<sup>1</sup> Анохин В. А. Обзор монетного дела средневекового Херсонеса.— НИС 1968, № 3, с. 99.

<sup>2</sup> Косцюшко-Валюжинич Д. Н. Заметки о технике монетного дела в Херсонесе Таврическом.— НС, 1914, т. 3; Орешников А. Н. Херсоно-византийские монеты.— ТМНО, 1907, т. 3, с. 361; Зограф А. Н. Античные монеты.— МИА, 1951, № 16; Соколова И. В. Датировка некоторых монет Херсонеса.— Н и С, 1968, № 3, с. 95; Анохин В. А. Обзор монетного дела..., с. 108; Кадеев В. И., Солнцев А. А., Фомин А. Д. Некоторые результаты спектрального исследования цветных металлов.— СА, 1963, № 1. В отношении последней работы можно заметить, что такой метод дает только качественный анализ состава металла.

<sup>3</sup> Данные монеты выбраны ввиду их большого количества и интереса к ним исследователей. При работе использовались монеты коллекции ГХМ в количестве 611 штук и 173 монеты из числа непаспортизованных, а также большое количество монет, находящихся в личных коллекциях.

<sup>4</sup> А. В. Орешников относит эти монеты к X веку. (Орешников А. В. Херсоно-византийские монеты, с. 361). И. В. Соколова считает, что они выпускались, вероятно, в XII—XIII вв. (Соколова И. В. Датировка некоторых монет Херсонеса, с. 93). В. А. Анохин датирует выпуск части монет XI в., части — XII—XIII вв. (Анохин В. А. Обзор монетного дела..., с. 99). В последней своей работе В. А. Анохин сужает период выпуска этих монет от начала XI в. до конца первой четверти XII в. (Анохин В. А. Монетное дело Херсонеса. Киев, 1977, с. 123—124).

<sup>5</sup> Это подтверждается опытами. См.: Архив ГХМ, д. 1788, акты 1, 3, 4.

<sup>6</sup> Косцюшко-Валюжинич Д. Н. Заметки о технике монетного дела..., с. 8—9.

<sup>7</sup> Якобсон А. Л. Раннесредневековый Херсонес.— МИА, 1969, № 63, с. 323, 326—327.

<sup>8</sup> Коллекция ГХМ, инв. № 9882.

<sup>9</sup> Там же, инв. № 9848.

<sup>10</sup> Там же, инв. № 10677, 3665.

<sup>11</sup> Там же, инв. № 10375.

<sup>12</sup> Выпуклое изображение на штампах вырезалось с помощью ножа на поверхности меньшего диаметра конуса штампа и доводилось до необходимой чистоты соскабливанием излишков материала. На широкой опорной стороне иглой были сделаны надписи о дате и месте изготовления штампов и проведены стрелки по продольной оси рисунка штампов для облегчения ориентации отпечатков при разметке. Этим же способом на опорные поверхности были нанесены соответствующие символы.

<sup>13</sup> Кажущаяся на первый взгляд несхожесть монограмм на монетах разных диаметров могла быть вызвана и тем, что после получения штампов по указанному далее способу нечеткий отпечаток монограммы мог подправляться вручную, что неизбежно вносило искажения в его рисунок.

<sup>14</sup> И. В. Соколова приводит как наибольший для данных монет диаметр 25 мм, а как наименьший 15—17. (Соколова И. В. Датировка некоторых монет Херсонеса, с. 89—90). Но, как видно из наших данных, имеются и монеты диаметрами 28 и 13 мм.

<sup>15</sup> Арх. ГХМ, д. 1788, акт 4.

<sup>16</sup> Там же, акт 6а.

<sup>17</sup> Технология художественной обработки металлов. М., 1962, с. 32.

<sup>18</sup> В. А. Анохин в работе «Монетное дело Херсонеса» высказывает предположение о формовке монетами. Но в этом случае изменение размеров монет происходило бы, очевидно, через 0,5 мм от усадки только формы, а не через 1 мм, как это получается в результате обмеров, что вызвано, возможно, применением глиняных штампов. (Анохин В. А. Монетное дело Херсонеса, с. 111, 124).

<sup>19</sup> Методика подготовки образцов указана в акте отбора стружки для анализа. Арх. ГХМ, д. 1788, акт 2. Образцы микрошлифов хранятся у автора.

<sup>20</sup> В таблице не указаны данные образцов 8, 9, 10, так как это образцы литейных шлаков предположительно III в. н. э., и анализ их проводился с целью сравнения с более поздними.

<sup>21</sup> Изучение структуры образцов проводилось под микроскопом БМ—51—2 с увеличением 8,75 и при увеличении в 10, 100 и 500 раз под микроскопом фирмы Karb Zeiss Jena 20×5И.

<sup>22</sup> Содержание чистой меди составляет здесь 99,9 %.—Технология художественной обработки металлов, с. 90.

<sup>23</sup> Арх. ГХМ, д. 1788, акт 9. На рис. 2 хорошо различима разница в цвете очищенной от свинца отдельно лежащей монеты и монет, еще не обработанных.

<sup>24</sup> Смарагин А. К. и др. Промышленные цветные металлы и сплавы. Справочник. М., 1974, с. 44.

<sup>25</sup> Технология художественной обработки металлов, с. 99; Архипов А. Н. и др. Технология металлов. М., 1964, с. 178.

<sup>26</sup> Архипов А. Н. и др. Технология металлов, с. 177.

<sup>27</sup> Арх. ГХМ, д. 1788, акт 452, 457.

<sup>28</sup> Технология художественной обработки металлов, с. 96—97.

<sup>29</sup> Арх. ГХМ, д. 1788, акт 8, 9.