

НОВГОРОД ВЕЛИКИЙ В ДРЕВНЕРУССКОМ КОНТЕКСТЕ
(К 60-ЛЕТИЮ П.Г. ГАЙДУКОВА)

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ОПРАВЫ СТЕКЛЯННЫХ ЗЕРКАЛ:
ТЕХНИКА ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СПЛАВОВ

© 2015 г. Н.В. Ениосова, Е.А. Рыбина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
(eniosova@gmail.com; ear42@list.ru)

Статья посвящена результатам химико-технологического исследования металлических оправ складных зеркал, коллекция которых к настоящему времени насчитывает 61 экз. Они происходят из Новгорода, Пскова, Переяславля-Рязанского, Москвы, Смоленска и Псковской обл. В отличие от западноевропейских образцов, выполненных из серебра, медных и свинцово-оловянных сплавов, крышки зеркал, встреченных на территории Руси, отлиты только из легкоплавких сплавов. Исследование химического состава металла складных оправ из Новгорода, Пскова и Москвы показало, что литые экземпляры изготовлены из сплава олово-свинец, легированного медью. Отдельные детали сборных оправ выполнены из разного металла, сочетающего олово, свинец и медь в разных пропорциях. Стилистические и технологические особенности зеркальных оправ XIII–XV вв., найденных в городах средневековой Руси, дают возможность выделить группы импортных предметов, а также изделия местного производства.

Ключевые слова: металлические зеркала, средневековая Русь, техника производства, свинцово-оловянные сплавы.

Долгое время вопрос о бытовании в Средневековье стеклянных зеркал оставался дискуссионным. Большинство исследователей считало, что вплоть до XV в. в Европе в употреблении были лишь металлические зеркала. Между тем в последнее десятилетие XX в. проблемой стеклянных зеркал занялась в Германии известная исследовательница стеклянных изделий И. Крюгер. В архивах и средневековой литературе она нашла многочисленные сведения о существовании стеклянных зеркал, а в музейных коллекциях – разнообразные оправы для них (иногда с остатками самих зеркал) (Krueger, 1990; 1995). Таким образом, вопрос о бытовании стеклянных зеркал в средневековой Европе был решен.

Что касается Руси, то, начиная с XI в., в разнообразных письменных источниках встречаются упоминания зеркал, но без указания на их материал, размер и форму. При археологических раскопках долгое время ни зеркала, ни их детали не обнаруживались, за исключением единственного бронзового зеркала, найденного в Новгороде, и фрагмента подобного зеркала – во Владимире.

Между тем в последней трети XX в. в Новгороде была выявлена и атрибутирована новая категория предметов средневекового быта – деревянные и металлические оправы стеклянных зеркал (Крюгер,

Рыбина, 2013). Оказалось, что такие предметы находились прежде и в других городах средневековой Руси, но их функциональное назначение оставалось неясным. Кроме Новгорода, оправы стеклянных зеркал были обнаружены в Старой Руссе, Пскове, Переяславле-Рязанском, Смоленске, Москве, Коломне и Витебске¹.

К настоящему времени в средневековых городских материалах обнаружены более 340 оправ стеклянных зеркал, из которых 61 оправа – металлическая. За исключением двух цельных оправ из Пскова, это половинки складных футляров. Они представляют собой круглые предметы в виде крышечек с бортиком на обороте и орнаментальным оформлением внешней стороны, по характеру которого (или его отсутствию) подразделяются на оправы с изображениями, геометрическим орнаментом и гладкие. В свою очередь в двух первых группах выявляются разные варианты (Табл. 1).

Оправы с изображениями. Оформление их внешней стороны в композиционном плане одинаково: в центре находится то или иное изображение, по краю – ряд ложной филигранны, в некоторых случаях – два ряда, затем – круговой бордюр

¹ Не исключено, что в коллекциях других городов также могут быть обнаружены деревянные или металлические оправы зеркал.

Таблица 1. Распределение находок металлических зеркальных оправ по группам и памятникам

Города	Металлические оправы			Всего
	с изображением	с геометрическим орнаментом	гладкие	
Новгород	23	16	1	40
Псков	9		5	14
Переяславль-Рязанский	2	2		4
Москва	1			1
Городище у д. Велье, Псковская обл.	1			1
Смоленск		1		1
Всего	36	19	6	61

с растительным орнаментом, отделенный от центрального изображения одним рядом ложной филигранны. Чаще всего в центре композиции изображался всадник (16 экз.), иногда – звери (8 экз.), реже – птицы (5 экз.) и музыканты (3 экз.). Кроме того, на одной оправе был изображен “лесовик”, на трех оправках изображения не идентифицируются.

Реконструкция процесса производства оправ этого типа затруднена в связи с отсутствием литейных форм в археологических материалах и музейных коллекциях. Информацию о технике изготовления можно извлечь только по следам инструментов и операций, сохранившимся на поверхности изделий, оценивая их в контексте средневековой металлообработки. Ранее полагали, что большинство оправ с изображениями были изготовлены методом литья в каменные формы или по оттиску готового изделия в глине (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 159). Однако степень проработки центрального изображения и бордюрного растительного орнамента, размещенных в круге диаметром от 3 до 6 см², заставляет усомниться в возможности получения негатива со множеством тончайших переплетающихся непрерывных линий резьбой по камню. Единственное исключение – мягкий графит, минерал, имеющий наряду с тальком самую низкую твердость по шкале Мооса-1 (Bonewitz, 2008. Р. 121). О применении графитовых литейных форм для изготовления медных изделий в эпоху энеолита на территории Северо-Восточных Балкан впервые написала Н.В. Рындина, хотя древние находки из этого материала пока не известны по причине их хрупкости как результата воздействия высоких температур (2000. С. 5–14).

Массивная створка графитовой литейной формы для изготовления предметов христианского культа и деталей сборных украшений, датированная 1497 г. и происходящая из района Нижнего Рейна, выставлена в экспозиции Музея прикладного искусства Берлина (*Kunstgewerbemuseum*, К3054) (рис. 1, 1). Она свидетельствует об использовании графита в средневековом ювелирном производстве: изложницы из мягкой породы были пригодны для создания самых сложных негативных изображений. Вероятно, формы из этого материала быстро разрушались при отливке изделий из медных сплавов, но свинцово-оловянные крышки зеркал могли производиться в них серийно без ущерба для репродукционных качеств негатива. Графит в качестве материала для литейных форм был доступен в некоторых регионах Центральной Европы: Баварии (Пассау), Чешском массиве (Южная Чехия, Верхняя Австрия), Штирии и на севере Моравии (Вальтер, 1988. С. 273; Хольцер, 1988. С. 35, 48; Поуба, Илавский, 1988. С. 208).

Вторая возможная реконструкция техники изготовления оправ с изображениями связана с использованием металлических литейных форм – наиболее прочных и долговечных изложниц. Их изготавливали из металла с высокой температурой плавления – бронзы или многокомпонентных сплавов³, способных выдержать многократные отливки из свинца и олова (Ениосова, Сарачева, 2006. С. 88–95). Негатив изображения в полости формы получали двумя способами. В первом использовали восковую модель литейной формы. Круглая полость для оправы зеркала, врезанные линии орнамента, углубления для петель и литниковая чаша были выполнены на восковой пластине. Как показывает анализ средневековых металлических форм для литья, восковая модель могла быть прямоугольной или округлой, соответствующей очертаниям негатива с выступом для литниковой чаши и сквозными отверстиями для штифтов, соединяющих створки изложницы (Ениосова, Сарачева, 2006. С. 89–91). Восковая модель покрывалась оболочкой из жидкой глины, в полученную форму заливался медный сплав. Литие по выплавляемой восковой модели давало возможность получить металлическую форму высокого качества с миниатюрными тонко проработанными изображениями всадников, музыкантов, зверей или птиц, сложный растительный орнамент, виртуозно вписанный в круг, и ложнофилигранные кольца, обрамляющие центральную фигуру и бордюр.

² В большинстве случаев. Исключение – зеркало диаметром 9 мм (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 166. Рис. 5).

³ В их состав в большинстве случаев помимо меди входили в качестве лигатуры олово, цинк и свинец в разных пропорциях.

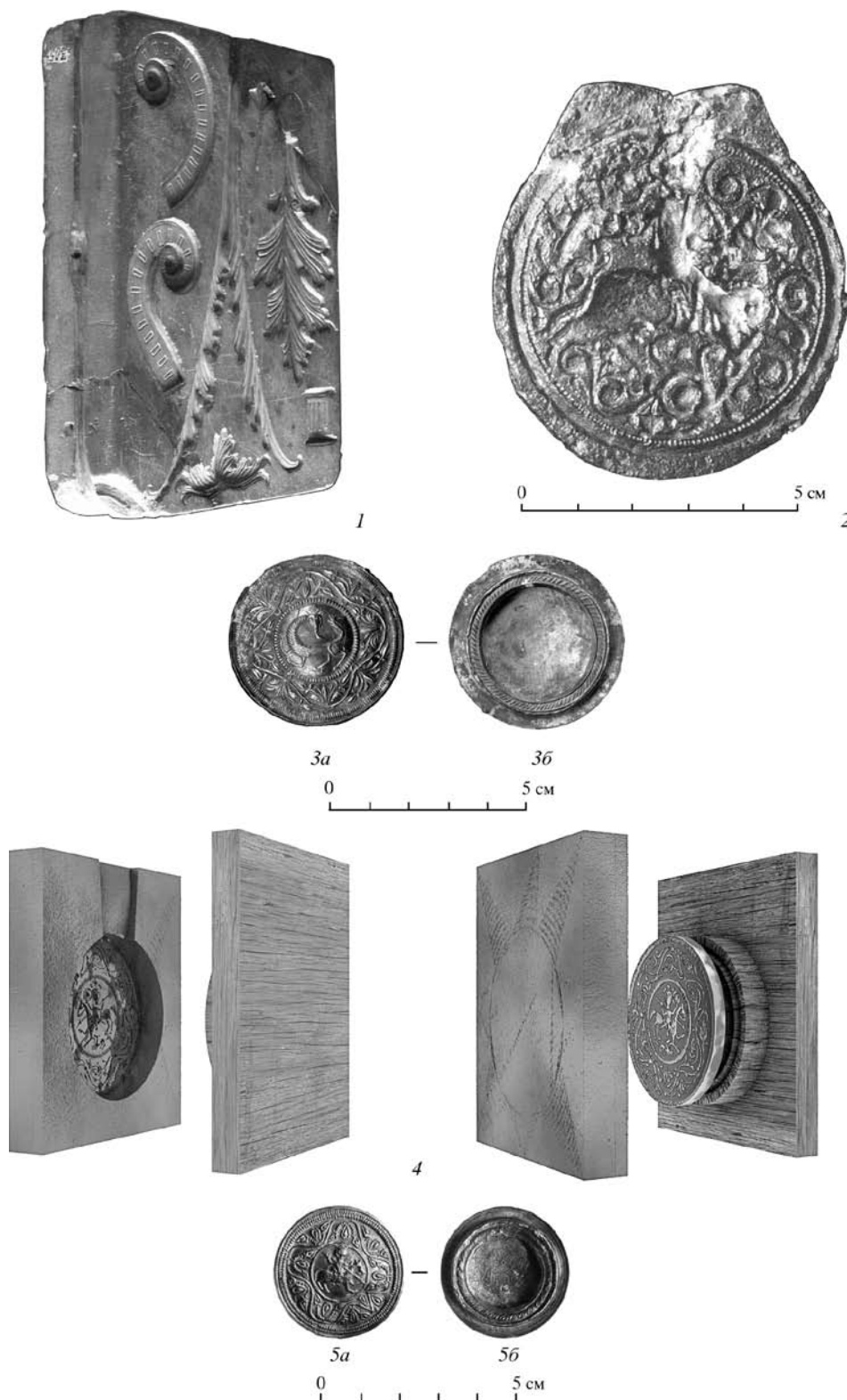


Рис. 1. Оправы зеркал с изображениями и литейные формы для отливки изделий из свинцово-оловянных сплавов: 1 – графитовая литейная форма из района Нижнего Рейна, конец XV в.; 2 – металлическая литейная форма из Ноттингема (по: MacCormick, 1996. Р. 108. Fig. 3); 3 – лицевая (а) и обратная (б) стороны створки складной оправы с изображением зверя, Новгород, случайная находка (по: Крюгер, Рыбина, 2013. С. 225. Табл. I. № 21); 4 – металлическая изложница с деревянной крышкой для отливки зеркал с изображением и бортиком на обороте (графическая реконструкция А. Бурчуладзе); 5 – лицевая (а) и обратная (б) стороны створки складной оправы с изображением всадника, Псков, ул. Гоголя, 9, раскоп 1979 г. (по: Крюгер, Рыбина, 2013. С. 225. Табл. I. № 14).

Во втором использовали заранее отлитую заготовку формы, в полости которой с помощью резцов, пуансонов и других кузнечных инструментов получали негативное изображение. Возможно, металлическая створка литейной формы из английского города Ноттингема предназначалась для отливки орнаментированной крышки зеркала из свинцово-оловянного сплава (рис. 1, 2). Она была обнаружена при раскопках литейной мастерской, функционировавшей в конце XIII – первой половине XIV в. (MacCormick, 1996. Р. 108).

Конструктивные особенности зеркал с изображениями указывают на использование второй створки формы при литье. Судя по отпечаткам с характерной текстурой на оборотной стороне некоторых экземпляров (рис. 1, 3), вторая створка была сделана из дерева (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 161. Рис. 1, 2б; С. 168. Рис. 6, 1б; С. 175. Рис. 10, 2б). Она состояла из гладкого основания и выпуклого диска, совпадающего по диаметру с крышкой зеркала. Внутри диска выпиливали кольцевую канавку, по высоте, толщине и расположению соответствующую круглому бортику на оборотной стороне оправы (его диаметр всегда меньше диаметра оправы) (рис. 1, 4). Вероятнее всего, для изготовления деревянной створки использовали токарный станок. Североευропейские этнографические данные указывают на то, что оловянщики XVIII–XIX вв. широко использовали металлические формы с деревянными крышками, в которых вырезали литники, каналы для вставных стержней и недостающие части объемных изделий (Dresher, 1978. S. 89). При точном совмещении створок мастер получал серии отливок, совпадающих в мелких деталях. Среди оправ с изображением всадников выявлены восемь вариантов, из которых пять представлены сериями из двух-четырех идентичных экземпляров (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 162–170. Рис. 1–4, 6).

В ряду оправ с изображением всадника обращает на себя внимание находка из Пскова – одно из самых маленьких и простых по оформлению зеркал (диаметр – 3,5 см) с бордюром, внутрь которого мастер не сумел вписать лепестки цветка, соединив несовпадающие линии треугольником. Резкие прерывистые линии орнамента и ошибки резчика могут свидетельствовать об использовании каменной литейной формы (рис. 1, 5). Очевидно, он подражал какому-то образцу и не справился с задачей, но и в этом случае была необходима вторая деревянная створка.

Судя по целым коробочкам из Пскова, внешние стороны складных оправ (верхняя и нижняя) были оформлены одинаково (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 11. Рис. 11, 14). При этом верхняя сворка служила кры-

шечкой, прикрывающей нижнюю половинку, куда помещалось зеркало на подкладке, которое в свою очередь придерживалось вставленным ободком. Створки скреплялись цепочкой, продетой через ушки, имевшиеся на обеих деталях. Ушки, вероятнее всего, крепились с оборотной стороны готовой створки с помощью пайки. Из рассмотренных выше 36 экз. подавляющее число было снабжено ушком или (при его утрате) проделанным вместо него отверстием в самой оправе. Лишь отдельные предметы не имеют ни ушка, ни заменяющего его отверстия. В таких случаях они соединялись встык, образуя миниатюрную коробочку или футляр, судя по сохранившимся целиком экземплярам из Новгорода и Пскова (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 188. Рис. 1, 1; 11). К сожалению, значительная часть оправ с изображениями (26 экз.) не имеет даты, поскольку происходит из подъемного материала, собранного в Новгороде по берегам Волхова. Десять оправ из раскопок Новгорода, Пскова и Рязани обнаружены в слоях XIV–XVI вв. Судя по характеристике слоев, начало бытования изобразительных оправ относится ко второй половине и, скорее, к концу XIV в.

Вопрос о происхождении и месте изготовления изобразительных оправ остается открытым. Однако первая из них с изображением всадника была найдена на Готском раскопе в комплексе со многими предметами быта ганзейских купцов. Кроме того, изображение всадника и орнамент на ее внешней стороне выполнены в западноевропейской традиции (Рындина, 1975. С. 243). Еще три оправы имеют аналогичное оформление, совпадающее с готской находкой по всем деталям изображения и орнаменту. Таким образом, можно с достаточной степенью уверенности говорить о западноевропейском происхождении всех оправ данной группы. Некоторые экземпляры, судя по характеру изображения и качеству исполнения, очевидно, были сделаны по образцу западноевропейских оригиналов на месте. В XV–XVI вв. изобразительные оправы изготавливались на месте, о чем свидетельствуют экземпляры с кириллическими надписями из Пскова и Рязани и явно подражательные оправы из Пскова (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 183. Рис. 1, 2; С. 184. Рис. 1).

Оправы с геометрическим орнаментом. По технологии и способу орнаментации делятся на две группы: оправы цельнолитые орнаментированные (6 экз.) и оправы с накладным орнаментом и вставками, крепившимися к лицевой поверхности верхней створки с помощью припоя (13 экз.). Подавляющее число оправ этой группы (16 экз.) найдено в Новгороде (табл. 1).

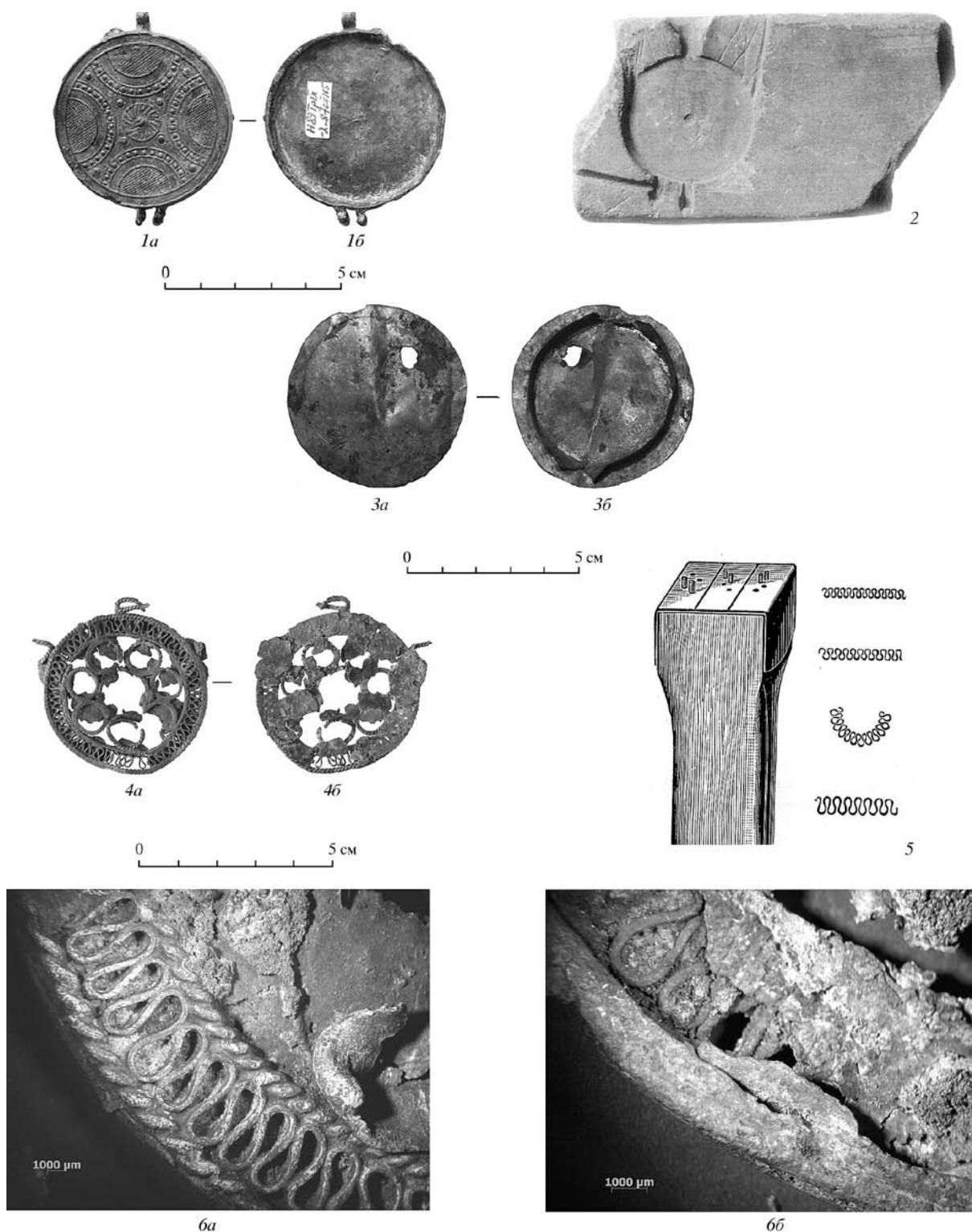


Рис. 2. Литые и сборные оправы с геометрическим орнаментом и инструменты/заготовки для их производства: 1 – лицевая (а) и оборотная (б) стороны створки литой складной оправы с геометрическим орнаментом, Новгород, Троицкий IX раскоп, 1989 г. (по: Крюгер, Рыбина, 2013. С. 225. Табл. II. № 11); 2 – литейная форма для оправы зеркала (?), известняк, 8 × 5 см, Лондон, конец XIV – начало XV в. (по: Крюгер, Рыбина, 2013. С. 118. Рис. 12); 3 – лицевая (а) и оборотная (б) стороны створки оправы без орнамента, Псков, раскоп на ул. Гоголя, 9 (по: Крюгер, Рыбина, 2013. С. 225. Табл. III. № 2); 4 – лицевая (а) и оборотная (б) стороны створки сборной оправы с геометрическим орнаментом, Новгород, Славенский раскоп, 1972 г. (по: Крюгер, Рыбина, 2013. С. 225. Табл. II. № 4); 5 – деревянная подставка с металлическими шпеньками для производства “гофрированной” проволоки (по: Diebeners Handbuch des Goldschmieds, 1936. S. 476, 477. Abb. 371); 6 – макросъемка лицевой (а) (увеличено в 15 раз) и оборотной (б) (увеличено в 25 раз) оправы зеркала из раскопок на набережной Александра Невского, 2013 г. (по: Крюгер, Рыбина, 2013. С. 227. Табл. II. № 1).

Цельнолитые оправы представляют собой плоские крышечки с бортиком (высота – около 3 мм) на обороте, расположенном непосредственно у края (рис. 2, 1). Судя по конструкции и декору, пять из шести новгородских оправ имеют прямые аналогии в западноевропейском материале (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 119–121. Рис. 14–18). Нет сомнений в том, что это – продукция западноевропейских мастеров, доставлявшаяся в Новгород ганзейскими купцами.

Техника изготовления цельнолитых оправ с геометрическим орнаментом допускала использование каменных литейных форм. Геометрический орнамент по сложности исполнения уступал декору зеркал с изображениями. В верхней створке размечали внешний контур оправы, внутренний был меньшего диаметра – углубленная часть имела скошенные стенки, их глубина определяла высоту кольцевого бортика на оборотной стороне отливки. Геометрический орнамент был вписан в окружность с помощью разметки, по которой мастер получал негатив, используя зубила, резцы и сверла. Судя по находке каменной литейной формы для оправы зеркала из Лондона (рис. 2, 2), в этой же створке вырезали углубления для ушек-шарниров, канал для вставного стержня и литник. Трудно судить о материале второй створки: ни на одном из новгородских экземпляров отпечатки дерева не обнаружены. Вероятнее всего, в этом случае могли использовать глиняную крышку: пластичная масса заполняла полость, вырезанную в камне. Можно предположить также, что в канал для ушка вставлялась круглая палочка, отпечатывавшаяся в глиняной створке, – так получали круглые отверстия в шарнирах. Негатив предварительно покрывали тонким слоем разделителя, например, золы. После просушки получалась гладкая створка с выступом-диском в центре. Из-за усадки глины вторая створка была немного меньше негатива в каменной створке – зазор определял толщину отливки. Расширяющаяся в верхней части литейная полость формы давала возможность легко извлечь готовую крышку зеркала без повреждения для негатива. Следовательно, каменные изложницы были многоразовыми и предназначались для производства серийных отливок; глиняные створки, вероятно, требовали более частой замены, но это не представляло сложности для мастера.

Цельнолитые оправы с геометрическим орнаментом относятся к числу самых ранних металлических оправ, появившихся на территории Руси. Новгородские оправы этого типа (5 экз.) обнаружены в слое XIII в., что соответствует предполагаемой датировке аналогичных оправ из Западной Европы. К XIII в. относится и широкое распространение деревянных складных оправ, что совпа-

дает также с началом экспорта зеркального стекла из Германии и установлением тесных торговых связей Новгорода с немецкими городами в конце XII в. (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 149).

Оправы со вставками и накладным орнаментом существенно отличаются от цельнолитых экземпляров и по технике исполнения, и по составу металла. В их основе – круглая пластина, на выпуклую поверхность которой припаивался орнамент из витой проволоки и гнезда для вставок из стекла или камней, а на обороте – бортик (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 196. Рис. 23). Находки оправ с гладкой поверхностью без изображений из Новгорода и Пскова (рис. 2, 3), а также створка каменной литейной формы из Лондона, предназначавшаяся для изготовления неорнаментированной крышки, свидетельствуют, что основа для накладного орнамента могла отливаться в изложницу с округлым углубленным негативом. Такой способ был оптимальным для получения тонкого выпуклого диска равномерной толщины с ровными краями.

Более сложные экземпляры – оправы, выполненные из нескольких конструктивных элементов, включающих ажурные накладки, когда помимо витой проволоки использовали “гофрированную”, обрамляющую края крышек (рис. 2, 4). Иногда бордюрный орнамент состоял из трех ярусов. Для изготовления одинаковых, равномерно изогнутых звеньев-петель из круглой в сечении проволоки или плоской ленты применяли специальный инструмент. Судя по современным ювелирным руководствам, в подставку из твердого дерева забивали ряды расположенных попарно металлических шпенок, вокруг которых изгибали отрезок проволоки (рис. 2, 5). Такое приспособление позволяло получить готовую деталь композиции – ажурный бордюр разного диаметра (Diebeners Handbuch des Goldschmieds..., 1936. S. 476, 477. Abb. 371). Ленточную филигрань крепили между двумя витыми проволоками и припаивали к центральному диску – тонкой пластине с орнаментом из проволоки и гнездами для стеклянных вставок. Бордюр на лицевой стороне не был сплошным: в двух местах он прерывался для крепления пластинчатых ушек, с помощью которых соединялись створки оправы. На нижнюю пластину большего диаметра припаивали кольцевой бортик с помощью круглой в сечении, но слегка прокованной проволоки (рис. 2, 6). На заключительном этапе лицевую и оборотную части соединяли вместе.

Оценивая технику изготовления металлических зеркальных оправ, найденных в средневековых русских городах, можно заключить, что только литье в металлическую или каменную форму

позволяло производить серии однотипных предметов. По этой причине литые крышки с изображениями и геометрическим орнаментом представлены наиболее массово. Сборная техника, основанная на изготовлении отдельных деталей и применении пайки, была сложнее и занимала больше времени, но давала возможность получить декор с уникальным сочетанием элементов геометрического орнамента.

Популярность литых оправ связана, вероятно, с их прочностью и долговечностью. Крышки, изготовленные с применением низкотемпературного припоя, легко повреждались: деформировались, утрачивали провололочные украшения и вставки и подвергались коррозионному воздействию еще до попадания в культурный слой.

Следует отметить, что ажурные оправы зеркал и крышки, на которые с помощью пайки крепились гнезда для вставок или розетки, представлены и в Западной Европе. Однако христианские сюжеты, помещенные на ажурные крышки зеркал – амулетов паломников, в Новгороде неизвестны. Кроме того, все экземпляры с накладными деталями, происходящие из Германии, в отличие от новгородских, выполнены из медного сплава (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 136, 137).

В целом, европейские находки отличаются большим разнообразием материалов, использованных для их производства. Благодаря письменным источникам и изделиям из музейных коллекций известно, что обрамления для зеркал производили из драгоценных металлов, декорированных чернью и эмалью, слоновой кости и эбенового дерева (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 70–72). Из археологических раскопок происходят экземпляры из медных сплавов, легкоплавких металлов и дерева, представленные значительными сериями. Зеркала, найденные на Руси, всегда помещены в оправы из дерева или свинцово-оловянных сплавов.

Химический состав металла 38 оправ из Новгорода, Пскова и Москвы в разное время был исследован в лабораториях Москвы и Петербурга (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 243, 244. Табл. VI). Пятнадцать проб были изучены В.А. Галибиным методом оптического эмиссионного спектрального анализа (ОЭСА) в лаборатории исторических технологий ЛОИА. Достоинством этого метода является высокая чувствительность, позволяющая определять низкие концентрации элементов в образце. В случае элементов с высоким содержанием ошибка определения может достигать 25% (Коновалов и др., 2008. С. 113, 114). В процессе измерений были определены 8 элементов – медь, олово, свинец, серебро, висмут, мышьяк, сурьма и железо.

Самая низкая концентрация в металле оправ зафиксирована для серебра – не превышает тысячных долей процента. Практически во всех пробах, исследованных этим методом, прослеживается относительно высокая концентрация висмута – от 0.2 до 1.3%; за исключением двух образцов мышьяк присутствует в металле в концентрациях от 0.1 до 1.05%; в тех же образцах есть микропримесь сурьмы, содержание которой не превышает сотых долей процента. Данные о содержании элементов-примесей (от 0.1 до 1%) и микропримесей (ниже 0.1%), полученные с помощью ОЭСА, могут указывать на источники получения основных компонентов сплава. Присутствие серебра и висмута свидетельствует о получении свинца из галенитовых руд в качестве побочного продукта в процессе выплавки и последующей очистки серебра (Craddock, 1995. Р. 205–211). Галенитовые руды широко распространены на территории Центральной Европы. Согласно письменным свидетельствам, уже в XII в. начались разработки оловянных и свинцовых руд в Богемии, Силезии, Венгрии и Польше. На европейские рынки поступали также олово и свинец с Британских островов (Forshell, 1992. Р. 35–39). Привязка металла зеркальных оправ к определенным рудным источникам станет возможной в дальнейшем с помощью свинцово-изотопного анализа.

Состав металла 21 образца изучен с помощью энергодисперсного рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) на кафедре геохимии геологического факультета МГУ⁴. Этот метод имеет более низкую чувствительность, чем ОЭСА: в большинстве случаев удалось определить только содержание основных компонентов сплава – олова, свинца и меди, а также железа, имеющего повышенную концентрацию в поверхностном слое металла вследствие коррозионных процессов. Частично в эту выборку попали оправы, исследованные ранее В.А. Галибиным. Сравнение данных по составу одних и тех же образцов показывает существенные расхождения в содержаниях меди: она не превышает 1% в пробах, исследованных ОЭСА, и варьирует от 1.5 до 11.9% в результатах РФА.

Каким из полученных данных следует доверять? Источник возбуждения энергии в случае ОЭСА – электрическая дуга – не является стабильным и не обеспечивает сходимости и точности полученных результатов, т.е. не позволяет избежать влияния случайных ошибок и действия разных неконтролируемых факторов. Кроме того, количественные

⁴ Благодарим заведующего рентгеноспектральной лабораторией кафедры геохимии геологического факультета МГУ канд. геолого-минералог. наук Р.А. Митояна за проведенное исследование.

Таблица 2. Результаты исследования оправы зеркала из раскопок 2013 г.

Образец	Cu	Sn	Pb	Bi	Fe
Круглая пластина-основа	0.13	95.8	4.62	—	0.18
Витая бордюрная проволока	4.16	94.32	1.20	0.02	0.48
Круглая проволока на обороте	0.09	3.29	96.61	—	0.02
Бордюрная ленточная филигрань	5.52	74.39	8.32	0.05	1.78
Ленточный бортик гнезда	2.48	94.72	2.56	0.04	0.2
Витая проволока в центральной части	2.31	95.19	1.90	0.02	0.57

результаты анализа зависят от эталонов, с помощью которых производятся идентификация спектров и определение их интенсивности (Коновалов и др., 2008. С. 114, 115). Свинцово-оловянные сплавы, известные в Средневековье, не имеют современных эквивалентов: у нас нет информации о поведении химических элементов в зависимости от их сочетаний в таких сплавах. В отличие от древних сплавов на медной основе, методика изучения свинцово-оловянных образцов из археологических раскопок с помощью металловедческих методов пока не разработана.

РФА имеет более мощный и стабильный источник возбуждения излучения элементов – рентгеновскую трубку и автоматизированную, не зависящую от человеческого фактора и случайных ошибок процедуру определения элементов в пробе. Расчет их концентраций производился по измеренным линиям аналитических сигналов без применения эталонов. Таким образом, РФА дает более объективную картину качественного и количественного состава основных компонентов сплава, а ОЭСА дополняет ее благодаря данным о содержании элементов-примесей и микропримесей.

Результаты исследования состава восьми предметов, названных “кустоидиями”⁵, содержатся в диссертации А.А. Коновалова, защищенной в 1974 г. (Коновалов и др., 2008. Прилож. 1. С. 71. № 858–865). Несмотря на отсутствие рисунков, с большой долей вероятности можно считать, что речь идет о крышках складных зеркал. Судя по отсутствию полноценных паспортных данных, это случайные находки, переданные в разные годы в археологический отдел НГОМЗ. Отсутствие информации не позволяет соотнести шесть из восьми экземпляров с оправками из музейных фондов, обнаруженных вне археологического контекста. Тем не менее данные А.А. Коновалова важны для оценки существенных расхождений в определении концентрации меди методами ОЭСА и РФА. Несмотря на то что ис-

следователь получил результаты благодаря ОЭСА, содержание меди в образцах варьирует от 6 до 14%. Сопоставление данных, полученных двумя методами, показывает, что с увеличением доли меди в образцах содержание олова остается практически неизменным, а концентрация свинца заметно снижается. Эта корреляция свидетельствует о том, что медь попадала в сплав вместе со свинцом.

В группе литых зеркал с изображениями (14 сопоставимых образцов) преобладают изделия, в составе сплава которых олова больше, чем свинца примерно в 1.5–2 раза; соотношение свинца и меди варьирует в более широких пределах, но чаще всего меди меньше, чем свинца в 2–5 раз. По сведениям металловедов, наиболее легкоплавким сплавом в системе Pb-Sn является эвтектический сплав, содержащий 58–62% олова и 34–38% свинца (2/3 к 1/3). Он имеет более низкую температуру плавления (183 °С), чем чистое олово, и является более удобным в производстве литых изделий. Небольшая добавка меди делает сплав более прочным (Гуляев, 1978. С. 621–626). Кроме того, в Средневековье свинец был доступнее и дешевле олова: им разбавляли более дорогой металл в целях экономии (Dungworth, Egan, 2005. P. 323).

Вероятно, мастера старались готовить или использовать сплав с преобладанием олова, а медь добавляли в свинец в произвольных пропорциях или использовали уже готовый сплав свинца с медью. Об этом свидетельствует также химический состав металла оправы с изображением всадника из числа новгородских случайных находок, отлитой из свинца, легированного медью (Крюгер, Рыбина, 2013. Прилож. VI, I-6). Другой образец с химическим составом, необычным для этой группы, – крышка зеркала с изображением зверя из раскопок в Москве (Зарядье, XV в.). В составе металла этого образца (Pb-Sn-Cu) свинца больше, чем олова в 1.5 раза (Крюгер, Рыбина, 2013. Прилож. VI, I-20). Третий экземпляр – фрагмент оправы XIV–XV вв. из раскопок в Пскове, выполненный из сплава олова со свинцом без добавления меди (Крюгер, Рыбина, 2013. Прилож. VI, I-30). Таким образом, два из трех

⁵ Это первоначальная атрибуция рассматриваемых крышечек, которые благодаря новым находкам и аналогиям впоследствии получили верную атрибуцию (Рыбина, 1993. С. 87).

образцов, не вписывающихся в общую картину, найдены за пределами Новгорода.

Вторая группа зеркальных оправ представлена девятью образцами, исследованными методом РФА, среди которых – две литые крышки XIII в., не содержавшие в составе сплава меди ($\text{Cu} < 1\%$). Они происходят с усадеб “И” Неревского и “М” Троицкого раскопов и относятся к наиболее ранним из известных в Новгороде оправ (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 227, 228. Табл. II). Третий экземпляр – случайная находка – отличается необычным орнаментом: накладной проволочный декор воспроизведен с помощью отливки в каменную форму. По химическому составу очень похож на металл оправ с накладным орнаментом, производившихся из тройного сплава, но со значительным преобладанием олова над свинцом. Содержание меди варьирует от 2 до 8%. Можно было бы предположить, что разница в составе металла оправ, относящихся по стилистическим признакам к одной группе, объясняется хронологическим разрывом: крышки с накладным геометрическим орнаментом в отличие от литых датируются концом XIV – рубежом XIV–XV вв., однако зафиксированные отличия имеют другую причину. В процессе проведения РФА облучению подвергалась поверхность образца, площадь которой составляет несколько сантиметров. Полученный результат представляет усредненное значение элементов в пробе, что не вызывает возражений в случае с литыми предметами, но для изделий, состоящих из нескольких изготовленных отдельно деталей, такой метод нуждается в корректировке.

Одна из последних новгородских находок – оправка с накладным орнаментом – была исследована на приборе ArtTAX (*Röntgenanalysen-Technik*) в лаборатории кафедры археологии исторического факультета МГУ⁶. Исследованию подвергалась поверхность площадью 0.2 мм (диаметр коллиматора), положение образца по отношению к рентгеновскому излучению фиксировалось с помощью лазерного луча. Благодаря малому диаметру облучения впервые удалось получить результаты для отдельных конструктивных элементов зеркала – круглой пластины-основы, бордюрной витой проволоки и ленточной филигранны на лицевой стороне, круглой проволоки на обороте, ленточного бортика “гнезда” для вставки (табл. 2).

Результаты анализа показывают, что отдельные конструктивные элементы выполнены из разных порций металла. Круглая пластина-основа, на которой с помощью пайки крепился декор, – из сплава

олова с небольшой добавкой свинца. Из тройного сплава, содержавшего олово, свинец и медь, сделана проволока, использованная для декора лицевой поверхности, – витая и ленточная. Несмотря на небольшие вариации, содержание основных компонентов указывает на одну порцию металла. Об этом свидетельствует и наличие микропримеси висмута в образцах. Круглая проволока, образующая бортик на обороте, сделана из сплава с преобладанием свинца. Он не содержит висмута, а медь зафиксирована как микропримесь. Вероятно, различия были обусловлены технологическими причинами и свидетельствовали о сознательном выборе материала для изготовления этого вида оправ. “Чистое” олово, использованное для изготовления пластины-основы, имеет более высокую температуру плавления (232 °C), чем накладные детали из тройного сплава. Температурный интервал (327 °C) затвердевания выше и у свинцовой круглой проволоки на обороте (Гуляев, 1978. С. 621–626). Можно предположить, что мастер варьировал материалы с разными температурами плавления из-за того, что в процессе соединения деталей вынужден был подвергать их неоднократному нагреву.

Результаты исследования третьей группы оправ подтверждают наши наблюдения. В выборке представлены пять образцов, и все они отлиты из двойного сплава олово-медь с содержанием олова более 90%⁷. Очевидно, что предположение, высказанное одним из авторов статьи, получило довольно убедительные доказательства: гладкие крышечки являются заготовкой оправ, на внешнюю сторону которых впоследствии припаивался накладной декор (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 203).

В свою очередь находки заготовок складных оправ зеркал из Новгорода и Пскова являются дополнительным свидетельством местного изготовления металлических зеркальных оправ. На это указывают также стилистические особенности изображений на литых оправках первой группы и кириллические надписи в орнаменте изделий (Крюгер, Рыбина, 2013. С. 169). Зеркала с накладным геометрическим орнаментом, судя по технологическим особенностям их изготовления, на данном этапе исследования не имеют параллелей в обширном западноевропейском материале и могут считаться продукцией средневековых русских мастеров.

Дальнейшие перспективы исследования металлических зеркальных оправ связаны с новыми

⁶ Оправка конца XV в. была найдена в траншее, заложенной на набережной Александра Невского в 2013 г. Благодарим О.М. Олейникова за возможность исследовать находку из его раскопок.

⁷ В металле этих образцов зафиксировано очень высокое содержание железа, присутствующего в продуктах коррозии. Анализу подвергались неочищенные образцы, что привело к искажению результатов. Если сделать пересчет концентраций, исключив железо, можно получить стабильно высокое содержание олова.

находками в культурном слое городов средневековой Руси. Не исключено, что когда-нибудь обнаружатся самые убедительные свидетельства их местного производства – литейные формы. Вопросы об источниках поступления олова и свинца в мастерские русских ремесленников также требуют дальнейших исследований, так как эти металлы и их сплавы крайне редко привлекаются для аналитических исследований, несмотря на их значительную роль в средневековой металлообработке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вальтер Г.В. Федеративная Республика Германия // Минеральные месторождения Европы: в 5 т. Т. 3: Центральная Европа. М.: Мир, 1988. С. 259–451.
- Гуляев А.П. Металловедение: учебник для вузов. 5-е изд., перераб. М.: Металлургия, 1978. 643 с.
- Ениосова Н.В., Сарачева Т.Г. Древнерусские ювелирные инструменты из цветных металлов (результаты химико-технологического исследования) // КСИА. 2006. Вып. 220. С. 88–101.
- Коновалов А.А., Ениосова Н.В., Митоян Р.А., Сарачева Т.Г. Цветные и драгоценные металлы и их сплавы на территории Восточной Европы в эпоху Средневековья. М.: Изд. фирма “Восточная литература” РАН, 2008. 191 с.
- Крюгер И., Рыбина Е.А. Средневековые стеклянные зеркала. М.: Аргмак-Медиа, 2013 (Научное сообщество). 249 с.
- Рыбина Е.А. К атрибуции некоторых археологических находок из Новгорода // Новгород и Новгородская земля. История и археология: матер. науч. конф. Вып. 7: Новгород, 26–28 января 1993 г. / Сост. И.Ю. Анкудинов. Новгород, 1993. С. 153–162.
- Рындина А.В. Новгород и западноевропейское искусство XV в. (О некоторых изделиях художественного ремесла из раскопок Готского двора) // Древнерусское искусство. Зарубежные связи. Т. 9 / Ред.-сост. Г.В. Попов. М.: Наука, 1975. С. 240–251.
- Рындина Н.В. О литейных формах эпохи энеолита Северо-Восточных Балкан // РА. 2000. № 2. С. 5–14.
- Поуба З., Илавский Я. Чехославакия // Минеральные месторождения Европы: в 5 т. Т. 3: Центральная Европа. М.: Мир, 1988. С. 178–258.
- Хольцер Х. Австрия // Минеральные месторождения Европы: в 5 т. Т. 3: Центральная Европа. М.: Мир, 1988. С. 31–70.
- Bonewitz R.L. Rocks and minerals. L.; N.Y.: Smithsonian Institution, 2008. 360 p.
- Craddock P.T. Early Metal Mining and Production. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1995. 357 p.
- Diebeners Handbuch des Goldschmieds, ein werkstattbuch für die Praxis. Leipzig: Wilhelm Diebener Verlag, 1936. 596 s.
- Drescher H. Untersuchungen und Versuche zum Blei- und Zinnuguß in Formen aus Stein, Lehm, Holz, Geweih und Metall // Frühmittelalterliche Studien. 1978. Bd. 12. S. 84–115.
- Dungworth D., Egan G. Copper, Tin and Lead Alloys in Early Post-Medieval London // Proceedings of the 33rd Intern. Symposium on Archaeometry, 22–26 April 2002, Amsterdam / Eds H. Lars, E. Burke. Amsterdam: Vrije Universiteit, 2005 (Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies; V. 3). P. 323–326.
- Forshell H. The inception of copper mining in Falun. Stockholm: Stockholm University Press, 1992. 175 p.
- Krueger I. Glasspiegel im Mittelalter: Fakten, Funde und Fragen // Bonner Jahrbücher. 1990. V. 190. S. 233–319.
- Krueger I. Glasspiegel im Mittelalter II: Neue Funde und neue Fragen // Bonner Jahrbücher. 1995. V. 195. S. 209–248.
- MacCormick A. Metalworking in medieval Nottingham 1100–1641 // Jr. Historical Metallurgy Soc. 1996. V. 30. № 2. P. 103–110.

METAL CASES OF THE GLASS MIRRORS: PRODUCTION TECHNIQUE AND CHEMICAL COMPOSITION OF ALLOYS

Natalia V. Eniosova, Elena A. Rybina

Lomonosov Moscow State University
(eniosova@gmail.com; ear42@list.ru)

The article considers the result of chemical and technical analysis of metal cases of the folding hinged mirrors the collection of which at the moment counts 61 examples which is originated from Novgorod, Pskov, Pere-slavl-Zaleskiy, Moscow, Smolensk and Pskov region. Unlike the Western European samples produced from silver, copper and pewter, metal-cased mirrors found on the territory of Rus cast from low-melt lead-tin alloys. The analysis of the chemical composition of the metal-cased mirrors from Novgorod, Pskov and Moscow showed that cast samples were produced from the pewter alloyed by copper. Separate parts of the composite cases were made from different metals consisted of tin, lead and copper in different proportions. Stylistic and technological features of mirrors' cases of the 13th – 15th cc. found in towns of medieval Rus give an opportunity to allocate a group of import articles and the objects of local production.

Key words: metal mirrors, medieval Rus, production technique, pewter.

REFERENCES

- Bonewitz R.L., 2008. Rocks and minerals. London; New York: Smithsonian Institution. 360 p.
- Craddock P.T., 1995. Early Metal Mining and Production. Edinburgh: Edinburgh University Press. 357 p.
- Diebeners Handbuch..., 1936. Diebeners Handbuch des Goldschmieds, ein werkstattbuch für die Praxis. Leipzig: Wilhelm Diebener Verlag. 596 p.
- Drescher H., 1978. Untersuchungen und Versuche zum Blei- und Zinnfluß in Formen aus Stein, Lehm, Holz, Geweih und Metall. *Frühmittelalterliche Studien*, 12, pp. 84–115.
- Dungworth D., Egan G., 2005. Copper, Tin and Lead Alloys in Early Post-Medieval London. *Proceedings of the 33rd International Symposium on Archaeometry, 22–26 April 2002, Amsterdam*. H. Lars, E. Burke, eds. Amsterdam: Vrije Universiteit, pp. 323–326 (Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies, 3).
- Eniosova N.V., Saracheva T.G., 2006. Drevnerusskie yuvelirnye instrumenty iz tsvetnykh metallov (rezul'taty khimiko-tekhnologicheskogo issledovaniya) [Ancient Russian jewelry tools from non-ferrous metals (the results of chemical-technical research)]. *Kratkie soobshcheniya Instituta arkheologii [BCIA]*, 220, pp. 88–101.
- Forshell H., 1992. The inception of copper mining in Falun. Stockholm: Stockholm University Press. 175 p.
- Gulyaev A.P., 1978. Metallovedenie: uchebnyk dlya vtuzov [Metal studies: manual for technical colleges]. 5th edition. Moscow: Metallurgiya. 643 p.
- Khol'tser Kh., 1988. Avstriya [Austria]. *Mineral'nye mestorozhdeniya Evropy [Mineral layers of Europe]*, 3. *Tsentral'naya Evropa [Central Europe]*. Moscow: Mir, pp. 31–70.
- Konovalov A.A., Eniosova N.V., Mitoyan R.A., Saracheva T.G., 2008. Tsvetnye i dragotsennye metally i ikh splavy na territorii Vostochnoy Evropy v epokhu Srednevekov'ya [Non-ferrous and precious metals and their alloys on the territory of Eastern Europe in Middle Ages]. Moscow: Izdatel'skaya firma "Vostochnaya literatura" Rossiyskoy akademii nauk. 191 p.
- Krueger I., 1990. Glasspiegel im Mittelalter: Fakten, Funde und Fragen. *Bonner Jahrbücher*, 190, pp. 233–319.
- Krueger I., 1995. Glasspiegel im Mittelalter II: Neue Funde und neue Fragen. *Bonner Jahrbücher*, 195, pp. 209–248.
- Kryuger I., Rybina E.A., 2013. Srednevekovye steklyannye zerkala [Medieval glass mirrors]. Moscow: Argamak-Media. 249 p. (Nauchnoe soobshchestvo).
- MacCormick A., 1996. Metalworking in medieval Nottingham 1100–1641. *Journal of the Historical Metallurgy Society*, V. 30, № 2, pp. 103–110.
- Pouba Z., Ilavskiy Ya., 1988. Chekhoslovakiya [Czechoslovakia]. *Mineral'nye mestorozhdeniya Evropy [Mineral layers of Europe]*, 3: *Tsentral'naya Evropa [Central Europe]*. Moscow: Mir, pp. 178–258.
- Rybina E.A., 1993. K atributsii nekotorykh arkheologicheskikh nakhodok iz Novgoroda [To the attribution of some archaeological finds from Novgorod]. *Novgorod i Novgorodskaya zemlya. Istoriya i arkheologiya: materialy nauchnoy konferentsii [Novgorod and Novgorod land. History and archaeology: theses of a scientific conference]*, 7. I.Yu. Ankudinov, comp. Novgorod, pp. 153–162.
- Ryndina A.V., 1975. Novgorod i zapadnoevropeyskoe iskusstvo XV v. (O nekotorykh izdeliyakh khudozhestvennogo remesla iz raskopok Gotskogo dvora) [Novgorod and Western European Art of 15th century (On some pieces of artistic craft from the excavation sites of Gotskiy yard)]. *Drevnerusskoe iskusstvo. Zarubezhnye svyazi [Ancient Art. Foreign relations]*, 9. G.V. Popov, ed., comp. Moscow: Nauka, pp. 240–251.
- Ryndina N.V., 2000. O liteynykh formakh epokhi eneolita Severo-Vostochnykh Balkan [On some cast forms of the Neolithic epoch of the North-Eastern Balkans]. *Rossiyskaya arkheologiya [RA]*, 2, pp. 5–14.
- Val'ter G.V., 1988. Federativnaya Respublika Germanii [The German Federal Republic]. *Mineral'nye mestorozhdeniya Evropy [Mineral layers of Europe]*, 3. *Tsentral'naya Evropa [Central Europe]*. Moscow: Mir, pp. 259–451.