

С. М. Дончева

Типы и назначение литейных сосудов в средневековой Болгарии

Keywords: medieval Bulgaria, production centers, medieval metallurgy, jewelry craftsmanship, molding vessels, crucibles.

Cuvinte cheie: Bulgaria medievală, centre de producție, metalurgie medievală, orfevrărie, căușe pentru metal, creuzete, pote.

Ключевые слова: средневековая Болгария, производственные центры, средневековая металлургия, ювелирное дело, льячки, тигли, поты.

S. M. Doncheva

Typology and Function of Melting Vessels in Medieval Bulgaria

The large number and diversity of the molding vessels found during excavations on the main production centers of Medieval Bulgaria represent an indisputable evidence for the development of metallurgy and jewelry craftsmanship. In the workshops of the First Bulgarian Empire (9th—11th cc.) there were used stoppered semispherical crucibles with thick walls, elongated and broadened bottom, pinched handle and narrow neck for pouring melted metal. They were used only once and were produced after wooden model out of sedimentary or marly loam with admixture of fine quartz sand spread in the North-Eastern regions of Bulgaria. In the time of the Second Bulgarian Empire (12th—14th cc.) there were applied the so-called "pote" — open molding vessels of small size with a semispherical, oval or conic shape of the body. More rarely occur cylindrical vessels. Most of them are thick-walled with a sharp bottom and pinched orifice. These were also produced after a wooden model and used repeatedly. In the ceramic paste, a higher content of iron could be observed, together with quartz sand which was roughening the surface of the vessels. The analysis of the metal preserved on the walls of the vessels shows that it is impossible to determine the exact composition of the original alloy. The conclusions of the paper are based on the information about the composition of clay, reconstruction of the technological process and the changes occurred in the structure of the vessels after thermal effect and melting of metal.

S. M. Doncheva

Tipologia și funcția vaselor pentru topirea metalelor din Bulgaria medievală

Cantitatea și diversitatea mare a căușelor pentru turnarea metalului, descoperite în timpul săpăturilor principalelor centre de producție din Bulgaria medievală, reprezintă un indiciu clar al nivelului de dezvoltare a metalurgiei și orfevrăriei. În atelierelor Primului Țarat Bulgar (sec. IX—XI) se utilizau creuzete semisferice închise cu un dop, cu fund alungit și lărgit, mâner ciupit și gât îngust pentru turnarea metalului topit. Ele se utilizau o singură dată și erau executate, după un model din lemn, din lut sedimentar sau de marnă cu adaos de nisip mărunț de cuarțit, răspândit în regiunile de nord-est ale Bulgariei. În perioada celui de-al Doilea Țarat Bulgar (sec. XII—XIV) se aplică așa-numitele „pote” — căușe de tip deschis și dimensiuni mici cu corpul semisferic, oval sau conic. Mai rar se întâlnesc vasele cilindrice. Majoritatea dintre acestea au pereții subțiri și fund ascuțit, gura ciupită. Ele la fel sunt executate după un model, însă utilizate repetat. În pasta ceramică se observă un conținut sporit al fierului, este de asemenea prezent nisipul de cuarțit care făcea, ca suprafața pieselor să fie aspră. Analiza metalului păstrat pe pereții vaselor a arătat, că conținutul aliajului original nu poate fi stabilit cu precizie. Concluziile acestui articol se bazează pe datele despre conținutul argilei, reconstrucția procesului tehnologic și modificările din structura vaselor după tratarea termică și topirea metalului.

С. М. Дончева

Типы и назначение литейных сосудов в средневековой Болгарии

Большое количество и разнообразие литейных сосудов (лячек), найденных во время раскопок основных производственных центров средневековой Болгарии, является бесспорным доказательством развития металлургии и ювелирного дела. В мастерских Первого Болгарского царства (IX—XI вв.) использовались закрытые пробкой тонкостенные тигли полусферической формы с удлиненным и расширенным дном, прищипнутой ручкой и узким горлышком для выливания расплавленного металла. Они были разовыми и изготовлялись по деревянной модели из распространенной в северо-восточных районах государства осадочной или мергельной глины с примесью мелкого кварцевого

песка. В эпоху Второго Болгарского царства (XII—XIV вв.) применяются поты — льячки открытого типа, небольшого размера, полусферической, овальной или конической формы. Реже встречаются цилиндрические сосуды. В большинстве своем они тонкостенные с заостренным дном, прищипнутым устьем, и также изготовлены по модели, употреблялись неоднократно. В керамическом тесте наблюдается повышенное содержание железа, присутствует также кварцевый песок, придающий поверхности льячек шероховатость. Анализ сохранившегося металла на стенках сосудов показывает, что точно установить состав оригинального сплава невозможно. Выводы основываются на сведениях о составе глины, реконструкции технологического процесса и произошедших переменах в структуре сосудов после температурного воздействия и расплавления металла.

Введение

Две группы предметов, свидетельствующие о производстве металла, — это сосуды и формы для литья. Данные изделия имеют различные названия (Bayley, Rehren 2007: 46—55). Одними исследователями они определяются как поты, другими — тигли, и часто оба термина считаются синонимами. Однако на самом деле между ними существуют различия, которые проявляются не только в их назначении, но также в форме и структуре. В металлургической практике тигли представляют собой закрытые сосуды с минимальным доступом кислорода, замедляющие окислительный процесс, тогда как поты являются открытыми сосудами, чаще всего конусовидной или цилиндрической формы. Здесь мы принимаем название «лячки» для всех предметов, а в ходе изложения результатов исследования обозначим разницу между ними и соответствующую терминологию.

Настоящая работа рассматривает льячки раннего и позднего периодов средневековья Болгарии, а ее целью является не только их представление, но и опыт реконструкции связанного с ними технологического процесса. Обычно сосуды поступают к нам во фрагментированном виде, обнаружение же целого изделия считается редким явлением. Это обусловлено структурой сосудов и высокой температурой, которой они подвергаются, что делает их хрупкими. Тем не менее, есть достаточно и целых сосудов, что может быть хорошей основой для исследования их функциональных и технических характеристик. Изучение льячек дает информацию по разным направлениям:

- форма и размер изделий, определенные культурной средой, их хронология;
- производство и состав керамики, обусловленные традиционным целевым назначением;
- функциональные процессы.

I. Технические характеристики

Льячки определяются как перемещаемые инструменты для осуществления реакции, в которой происходит высокотемпературная

трансформация, но не с постоянным и не обязательно с непосредственным нагреванием — условие, отличающее их от печей. Они принадлежат к числу интеркультурных артефактов, используются давно. Самые ранние из них найдены в Средиземноморье, датированы эпохой поздней бронзы (1200 г. до н. э.). Изображение подобных сосудов встречается в гробнице Тутмоса III (1500 г. до н. э.). Большое разнообразие форм наблюдается в римский период, еще с 600 г. до н. э. до VI—VII вв. (Tylecote 1982: 233, fig. 5). В средние века традиции продолжают, но с некоторыми особенностями в отдельных странах, что отражено в сочинениях Феофила и Г. Агриколы, посвященных металлургии и обработке металлов в этот период (Theophilus 1989; Agricola 1912). Имеется также достаточно много свидетельств о высоком технологическом уровне развития этой отрасли и в средневековой Болгарии.

1. Форма льячек

А. Раннее болгарское средневековье (IX—XI вв.)

При изучении поселений и крепостей этого периода найдены сосуды закрытой формы с ручками — тигли. Первый, из числа известных, центр художественного металла в окрестностях столицы Преслав, вблизи села Новосел Шуменского района, хронологически относится к 30—60 гг. X в. Во время его раскопок найдено более 320 целых и фрагментированных тиглей (рис. 1) (Бонев, Дончева 2011: 248—256, табл. VI—XIV). Подобные же результаты получены и при изучении второго центра металлопластики, расположенного недалеко от села Златар Преславского района. На данный момент там обнаружено более 40 целых сосудов и множество фрагментов (рис. 2) (Дончева 2009: 576—577; 2011: 523—251; Doncheva 2010: 729—731). Характерными чертами упомянутых изделий являются полусферическая форма с удлиненным и расширенным дном, удобная для держания ручка с защипом и узкое горлышко для наливания расплавленного металла. Все тигли раннего средневековья Болгарии — закрытого типа, чем отличаются от часто встречающихся широко открытых льячек (пот), равно как

№6. 2013

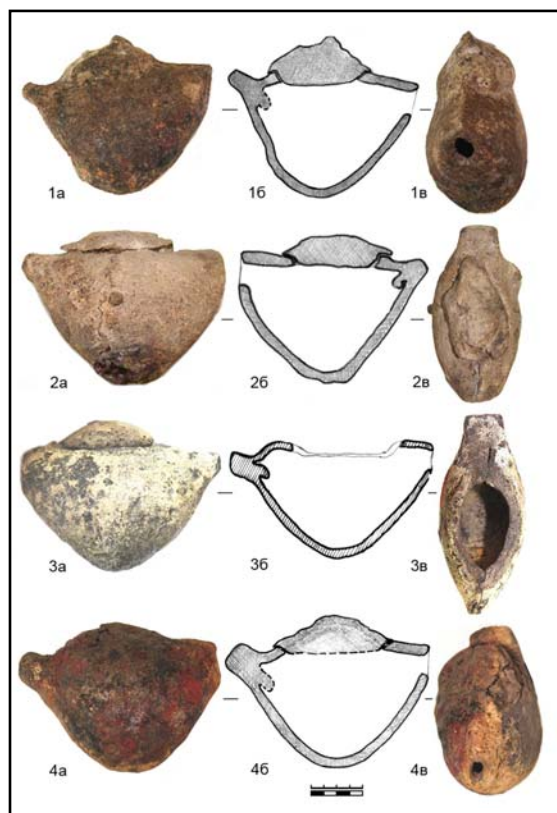


Рис. 1. Тигли из производственного центра у с. Новосел, Шуменской области.

Fig. 1. Crucibles of production center at Novosel, Shumen region.

и от металлических мелких (часто круглых) тиглей (рис. 1; 2) (Чолаков 2010: 143, рис. 238: 2; 242: 1).

Судя по найденным целым и фрагментированным сосудам, они выполнены с использованием модели или отливки, с помощью которых было сформировано полусферическое тело сосуда с горловиной. Это подтверждается видимым краем и очертанием широкого овального отверстия в верхней части тигля (рис. 1: 1 в, 2 в, 3 в). Предположительно, ручка вылеплена отдельно. Об этом свидетельствуют многочисленные фрагменты различных частей изделий.

Пробка для отверстия в верхней части сосуда также изготовлена отдельно (рис. 1: 4б). Она сделана по шаблону, отличается небольшими размерами и толщиной стенок (0,5—0,8 см) (рис. 2: 3а, 3в). Создается впечатление, что ее длина, ширина и высота кратны целым числам, которые трудно получить при изготовлении сосудов вручную. Большое количество тиглей подтверждает однократность их использования и изготовление в самой мастерской. Подобные льячки найдены и исследованы также при изу-

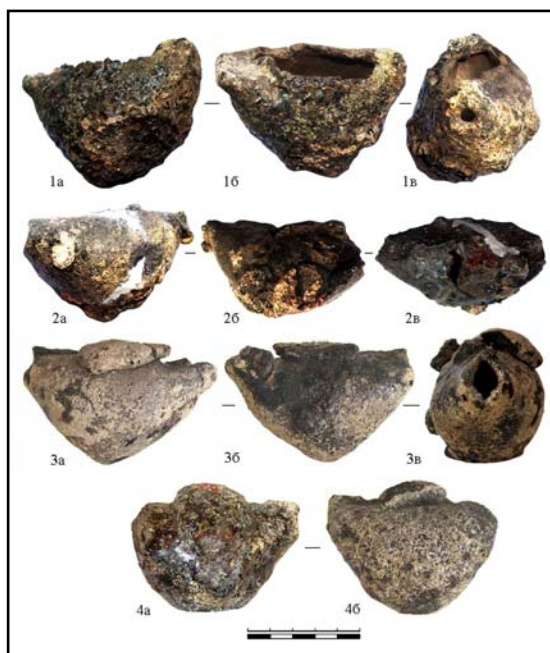


Рис. 2. Тигли производственного центра вблизи с. Златар, Преславского района.

Fig. 2. Crucibles of production center at Zlatar, near Preslav.

чения остатков мастерской в Плиске (рис. 3) (Дончева-Петкова 1980: 33, рис. 11 а).

Такие примеры есть и в Саркеле-Белой Веже (Артамонов 1958: рис. 47), и в древнем Киеве (Каргер 1958: 401, рис. 92). Во время раскопок ювелирного комплекса в столице Владимиро-Суздальского княжества найдено около 300 фрагментов закрытых тиглей с вертикальными ручками, подобных тем, что обнаружены вблизи Новосела (Ениосова, Жарнов 2006: 69, рис. 2; 70, рис. 3). При изучении культурного слоя на Новотроицком городище (левобережье Днепра) были найдены пять подобных тиглей IX—X вв. (Ляпушкин 1958: 218, 324, табл. XC). Небезынтересно то, что подобные сосуды использовались для плавки серебра в X в. На северо-западе Руси они известны только в Гнездово (Ениосова, Митоян 1999: 54—63). Льячки сделаны из хорошей формовочной светло-серой глины с примесью крупнозернистого песка и шамота. Распространение этих тиглей ограничено очень узким хронологическим периодом и территорией. В Западной Европе они были известны еще в римское время, а в V—VI вв. встречаются на Британских островах и в Скандинавии, где их используют до конца X в. На территории Древней Руси подобные сосуды для литья применялись гораздо дольше, до конца XIV в. (Ениосова, Митоян 1999: 61).

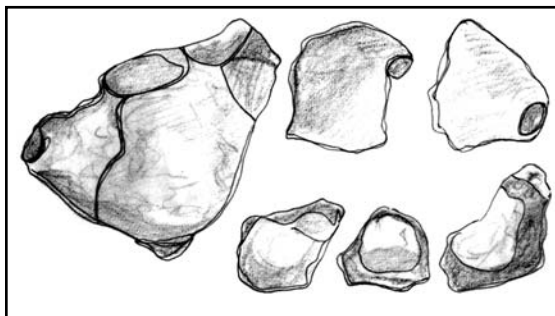


Рис. 3. Тигли из Плиски. IX—X вв.

Fig. 3. Crusibles from Pliska. 9th—10th cc.

Б. Позднее болгарское средневековье (XII—XIV вв.)

В это время в основном встречаются открытые неметаллические плавильные сосуды, часто называемые «поты». Они открытого типа, небольшой величины с полусферической, овальной или конической формой корпуса. Изредка встречаются цилиндрические сосуды. Во внимание не берутся открытые металлические льячки, которые обыкновенно находят вместе с глиняными. Причём необходимо уточнить, что их чаще всего использовали для плавки и разливания металлов с низкой температурой плавления, например, свинца (рис. 4). Конусовидные глиняные тигли найдены почти во всех исследованных городах и крепостях Второго Болгарского царства. В одном из производственных центров того времени на территории Шуменской крепости обнаружено 29 целых сосудов (рис. 5) (Дончева 2012). Во время раскопок фундамента здания на холме Царевец в столице Тырново было открыто большое количество целых и фрагментированных конусовидных сосудов из глины, выявленных на полу вместе с остатками печи, другими инструментами и формами (рис. 6) (Ангелов 1972: 52, рис. 1). В большинстве своем они представляли собой тонкостенные льячки с заостренным дном и прищипнутым краем для удобного разливания расплавленного металла (рис. 5: 1б, 3б, 5б, 7б). Это показывает, что открытые сосуды, подобно закрытым тиглям с ручками, сделаны по модели, обладали слегка вытянутой горловиной в верхней части изделия. После этого льячку обжигали и использовали. Обе модели — с острым и округлым дном — изготовлены по одному методу, но с применением различных форм. На сосуде из Шуменской крепости сохранились отпечатки пальцев самого мастера (рис. 5: 5а, 5б).

Схожие льячки (13 штук) найдены и средневековом Червене, при раскопках строе-

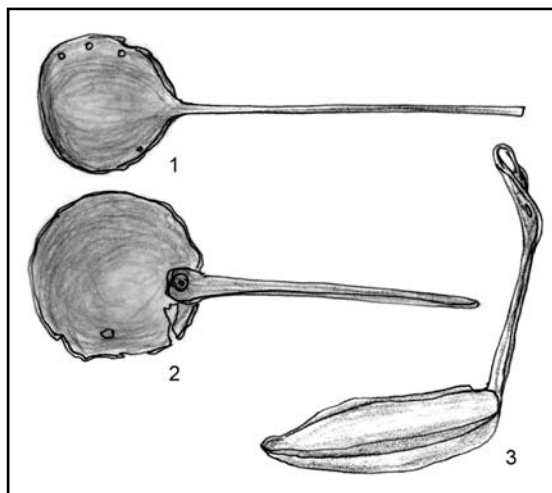


Рис. 4. Железные тигли. XII—XIV вв. 1, 2 — Перник; 3 — Червен.

Fig. 4. Iron crucibles. 12th—14th cc. 1, 2 — Pernik; 3 — Cherven.

ний к западу от церкви № 7 (рис. 7) (Димова, Георгиева 1985: 186, рис. 37а-е). Во время изучения крепости вблизи города Перник также обнаружены глиняные сосуды (поты) двух разновидностей — конусовидной формы и с округлым дном (рис. 8) (Чангова 1992: 34, рис. 1: 2). Все они открытого типа с утолщенными стенками и дном. Сосуды изготовлены из специальной огнеупорной глины, получившей сероватый оттенок из-за воздействия высоких температур. Следы металлургических мастерских и комплексов найдены также и в средневековом Мельнике. Такой же комплекс выявлен около возвышенности Чатала в северной части Роженской ложбины, где сохранились руины мастерской, льячки, медный шлак, кусочки медной руды и металлические предметы (Нешева 2008: 293).

2. Материалы для льячек. Составы глин

Одним из важнейших качеств льячек является их устойчивость к тяжести металла и перепадам температур в процессе литья. Этим обуславливаются требования к керамике — с высоким содержанием кварца или алюминия, с низким содержанием железа, щелочей и щелочноземельных элементов, действующих как флюаты. Последняя должна быть относительно инертна, в противном случае произойдет реакция с оксидами металлов и щелочами горячего пепла в горне самой печи. Отбор специальных глин для изготовления льячек не был урегулирован до римского периода. Прочность сосудов зависит от их раз-

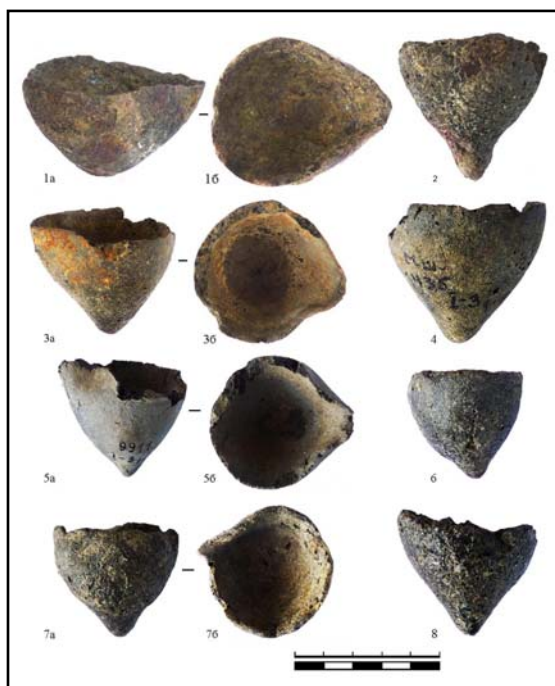


Рис. 5. Литейные сосуды из Шуменской крепости. XII—XIV вв.

Fig. 5. Moulding vessels from Shumen fortress. 12th—14th cc.

меров и толщины стенок. Более крупные экземпляры изготовлены из грубого глиняного теста и имеют плотные стенки (Bayley, Rehren 2007: 47). Устойчивость к высоким температурам зависит главным образом от материала. Огнеупорная структура мало подвержена теплу и содержит большее количество кварца. Феофил считает, что к очищенной глине добавлялись мелкие раздробленные фрагменты старых сосудов и шамот. На две части белой глины приходилась одна часть керамической крошки, замес осуществлялся с использованием теплой воды.

Тигли изготавливались с помощью деревянных форм. После формовки их посыпали сухим пеплом и оставляли вблизи огня для высыхания (Theophilus 1989: 143). Агрикола также пишет о добавлении шамота к глине при изготовлении тиглей. По его мнению, глиняное тесто изготовлялось из высушенной глины, консистенция которой была ни слишком твердой, ни слишком мягкой, с добавлением порошка из перемолотых старых тиглей или кирпичей. Глиняное тесто замешивалось, уплотнялось с помощью пестика и высушивалось. Чем больше добавлялось кусочков старых сосудов, тем лучше становились новые тигли (Agricola 1912: 228—230, 453). Техническую керамику, использованную для изготовления льячек, необходимо называть «огнеупорной», так как она

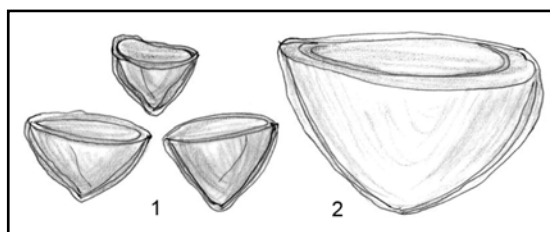


Рис. 6. Литейные сосуды с Патриаршего холма, Царевец, Тырново. XII—XIV вв.

Fig. 6. Moulding vessels from Patriarchy Hill at Charevec, Tarnovo. 12th—14th cc.

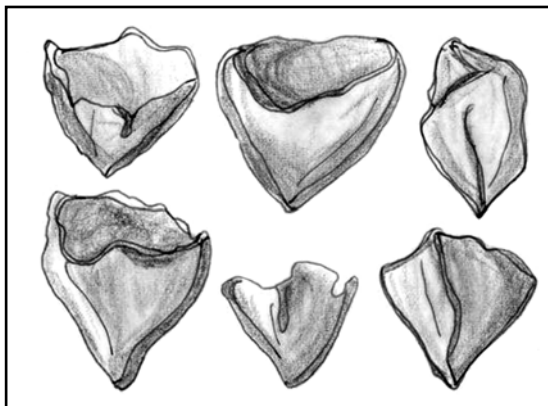


Рис. 7. Литейные сосуды из крепости Червен у г. Русе. XII—XIV вв.

Fig. 7. Moulding vessels from Cherven fortress, near Russe. 12th—14th cc.

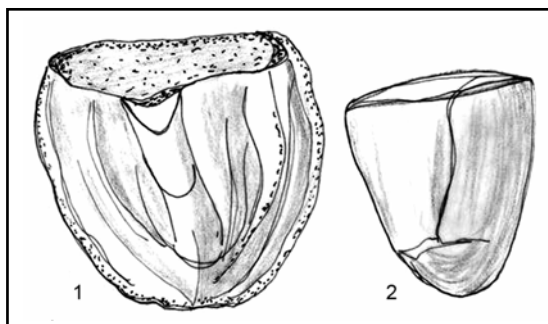


Рис. 8. Литейные сосуды из крепости у Перника. XII—XIV вв.

Fig. 8. Moulding vessels from fortress near Pernik. 12th—14th cc.

более устойчива, чем остальная местная керамика. Для ее изготовления применялась подходящая глина с добавлением различных материалов. Использовался углерод, особенно в графитных формах, что придает структуре большую огнеупорность. Эти свойства зависят как от кристаллического состава глины, так и от органических и неорганических добавок к ней. Органические вещества повышают огнеустойчивость, а высокое содержание железа, наоборот, ее уменьшает.

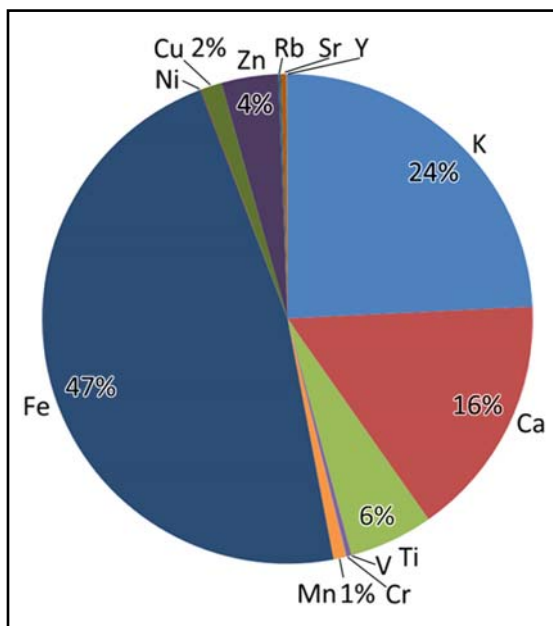


Рис. 9. Результаты анализов керамической пробы тигля из производственного центра близ с. Новоселе, Шуменской области.

Fig. 9. Results of ceramic crucible analyses at Novosel's production center of art metal.

А. Раннее болгарское средневековье (IX—XI вв.)

Известны целые и фрагментированные сосуды этого периода, изготовленные из бледно-желтого глиняного теста с примесью мелкого кварцевого песка. Глубокие и закрытые тигли, использовавшиеся в раннем средневековье, создают условия для восстановительных реакций, препятствующие окислению металла (Ениосова, Ререн 2011: 245). Результаты анализа тиглей производственного центра вблизи села Новосел дают подробную информацию о составах глин и переменах, произошедших в них под воздействием высоких температур и расплавленного металла (рис. 9). Анализ по методу PIXE проведён в National Laboratories of Legnaro INFN, Италия. Использована аппаратура AN-2000 с энергией протонов 1,8 MeV и детектор германия тип ORTEC iglet X-series. Для определения абсолютной концентрации вещества в керамике использована проба типа «IAEA/SOIL-7». Сходные анализы проведены и в России (Штыхов 1975: 64, табл. 4).

Химический анализ состава тиглей из села Новосел (табл. 1) показывает, что преобладающим элементом является железо (Fe) — 48%, калий (K) — 24% и кальций (Ca) — 16%. В небольших количествах представлены титан (Ti) — 6% и цинк (Zn) — 4%, а менее

Таблица 1.
Результаты анализов керамической пробы тиглей производственного центра у с. Златар Преславского района

	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O
%	2,0	15,75	59,0	4,93	4,17	2,38

1% — такие элементы, как марганец (Mn) и медь (Cu). Также менее 1% составляют хром (Cr), рубидий (Rb), иттрий (Y), ванадий (V), никель (Ni) и стронций (Sr) (табл. 1). Бледно-жёлтый цвет глине придает минерал лимонит ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), это подтверждает преобладание железа в химическом составе (рис. 1, 3а). Цвет глины дает определенное представление и о ее качестве. В больших количествах и при высоких температурах лимонит распадается и превращается в оксид железа Fe_2O_3 , окрашивая изделия в темно-красный цвет. Это подтверждают как целые сосуды, так и фрагменты тиглей именно такого цвета (рис. 1, 4а-в). Местами наблюдается терракотовый цвет, который придают оксиды никеля (NiO , Ni_2O_3) (рис. 1: 1а). Фиолетовый оттенок появляется вследствие наличия оксида марганца (MnO_2), а темно-зелёный цвет придают соединения хрома (Cr_2O_3), хромат калия (K_2CrO_4) хромат свинца (PbCrO_4) и оксид меди (CuO) (рис. 2: 1 а-б, 4 а). Не последнее место занимает цинк, составляя 4%. Цинковый оксид (ZnO) получается после окисления цинковых паров, которые окрашивают стенки сосудов в матовый, непрозрачный белый цвет (рис. 2: 3 а).

Эти элементы и их соединения присутствуют и в тиглях производственного центра у Златара, что доказывается не только их внешним окрашенным стекловидным слоем, но и химическим анализом фрагментов (табл. 2). Наличие кальция и калия показывает, что они преобладают в составе щелочных и щёлочноземельных алюминиевых силикатов, таких как ортоклаз, анортит, каолинит. Они являются главной составной частью всех глин, присутствуют в виде карбоната натрия (Na_2CO_3), карбоната калия (K_2CO_3) и др. (Пеев 1966: 19). Глину, из которой изготовлены тигли, можно определить как вторичную (осадочную) глину, а в зависимости от состава веществ — и как мергельную. Мергельные глины содержат значительную долю пылеобразного карбоната кальция (мела) (CaCO_3) в количестве от 15 до 50 процентами. Практическое применение имеют те глины, чей состав содержит до 30% кар-

№6. 2013

боната кальция. В данном конкретном случае он составляет 16%. Значительное количество таких глин имеется в северо-восточных районах Болгарии, что предполагает непосредственный доступ и простой способ добывания сырья для изготовления сосудов для литья. Важным ориентиром при определении места добычи глины для льячек является наличие в химическом составе такого элемента, как стронций. Имеется в виду присутствие сульфата стронция-целестина $\text{Sr} [\text{SO}_4]$, который образуется после кристаллизации морской воды. Установлено, что в Болгарии целестин находится в районе Попово и Шумена (Пеев 1966: 113). С другой стороны, в районе города Преслав известны месторождения чистой белой глины, серая глина — вблизи Корията, а красная — в местности Кастана возле села Виница (Дончева-Петкова 1977: 16).

Б. Позднее болгарское средневековье (XII—XIV вв.)

Основное требование к льячкам — их стенки должны быть плотными, чтобы избежать теплопотери. Материал, из которого изготовлены открытые сосуды этого периода, существенно не отличается от раннесредневекового, но все же имеет определённые особенности. С помощью бинокулярного микроскопа проанализированы льячки из Шуменской крепости. Исследования дали информацию о структуре глиняного теста и степени остеклененности шлаков. Результаты показывают повышенное содержание в них железа, что видно по пористости и черно-синему цвету большинства сосудов (рис. 5: 1а, 2, 7а, 8). В составе использованной глины есть кварцевый песок, фиксируемый невооруженным глазом, а легкая шероховатость поверхности сосудов говорит о наличии карбоната кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Песок до известной степени повышает огнеустойчивость глины и понижает ее пластичность, приводит к меньшей степени усадки при сушке и дальнейшем обжиге изделия. С другой стороны, увеличивается пористость черепка, определяющая стойкость к резким перепадам температуры. Наличие пятнистости на стенках глиняных сосудов обусловлено частицами полевого шпата и слюды, которые при высоких температурах расплавляются (рис. 5: 2). Этим же объясняется и значительное количество калия, который является основной составляющей калиевого полевого шпата — ортоклаза (Пеев, Добрева 1972: 331—372).

Существенное значение для льячек имеет огнеупорность материала, использован-

ного при изготовлении сосудов. Она зависит как от химического и минерального состава, так и от продолжительности и скорости нагревания. Это можно определить по окрасу черепка, температурному режиму и условиям обжига. Обыкновенные цветные глины, как и мергельные, имеют низкую огнеустойчивость и расплавляются при температуре 1150—1350°C. Низкая плавкость обеспечивается за счет большого содержания легко плавящихся веществ, оксидов и гидроксидов железа, карбоната кальция и др. Следовательно, имеет большое значение количество оксидов железа, как в данном случае. Если глина обжигается в окислительных условиях, в зависимости от количества содержащихся в них соединений железа, то и цвет черепка становится либо серым, либо чёрным. При высоких температурах, которые необходимы, например, для плавки бронзы, черепок глины со значительным содержанием соединений железа становится не только чёрным, но раздувается и, деформируясь, образует много пор (рис. 5: 7а, 8). Это следствие преобразования соединений железа в оксид железа, с образованием железа, как металла, и кислорода, освободившегося в ходе химической реакции.

На поверхности сосудов наблюдаются стекловидные шлаки: они могут покрывать сосуд тонким слоем, но иногда образование силикатов изменяет и структуру глиняного теста до губчатого состояния. Степень остекленения стенок зависит от огнеустойчивости формовочной массы, а также служит индикатором процесса нагревания. Внешнее «шлакование» — это результат реакции кремнезёма, содержащегося в формовочной массе, древесного пепла печи и вытекшего металла. Красные пятна по стекловидной поверхности — силикат меди, а чёрные — силикат железа. Внутренняя стекловидная поверхность является результатом реакции между оксидами металлов, формовочной массой и пеплом, добавленным в качестве флюса, предохраняющего содержание тиглей от окисления.

3. Температурные требования

Сосуды для литья должны быть достаточно устойчивы к повышению и сохранению температуры своего содержимого на необходимый период времени. В этом процессе существенную роль играет форма льячки, которая определяет ее положение при нагревании (Tylecote 1982: 237). Сосуды должны быть достаточно огнеупорными, иметь плотные стенки и выдерживать термическое воздействие.

Типичным, например, для римского периода способом использования сосудов для плавки металла является помещение их на горячие угли, раскалённые с помощью мехов до температуры приблизительно 1000—1100°C. Подобные металлургические горны найдены в различных районах Римской и ранней Византийской империй. Сооружение представляет собой либо площадку или яму, изолированную глиной, либо постройку из камня и кирпича. Принцип нагревания снизу обуславливает различные функции стенок сосудов — не массивные, изолирующие температуру, но тонкие, закругленные и огнеупорные. Технология обуславливает перемены и во внешнем виде льячек. Повышенная устойчивость сосудов достигнута путем дополнительного обмазывания глиной с примесями, которые увеличивают прочность, уменьшают температурный скачок при снятии с огня и помогают длительному сохранению температуры металла при разливе. Внутри и снаружи температура всегда была разной. Теплообмен мог осуществляться только через стенки сосуда, и снижение пористости могло быть достигнуто благодаря карбонатным материалам, которые сгорали во время процесса. При использовании плотных материалов выдерживаются более высокие температуры.

А. Раннее болгарское средневековье (IX—XI вв.)

Если в античное время широкие сосуды (поты) применялись только для плавки металла и реже для разливания, то тигли раннего средневековья (закрытые сосуды с ручками) совмещали эти два процесса. В случае, когда необходимо было защитить металл даже от минимального окисления, использовались тигли, из которых впоследствии производился разлив металла в формы (рис. 1). Нагревались они со всех сторон, а закрытая форма препятствовала попаданию пепла и сажи в расплавленный металл. Найденные в двух производственных центрах тигли принадлежат к распространенной функциональной группе, использовавшейся для временных перемен физического состояния металла — расплавления, но не протекания химической реакции (Dunworth 2000: 207, 209). Во всяком случае, необходимы определенные технические характеристики, без которых использование льячек не было бы успешным: огнестойкость и устойчивость к резким температурным перепадам, устойчивость расплавленного металла и технических процессов, пригодность для манипулирования ими. Анализы свидетельствуют о воздействии высоких темпера-

тур, при которых наблюдается остекление возле горловины, а цвет указывает на применение белой глины (рис. 1: 1в; 2: 1в). В некоторых тиглях серо-чёрные зоны выгорели добела, что происходит при температуре около 1200°C (рис. 2: 1в, 2а-б). Специфические свойства тиглей, вероятно, не предназначавшихся для многократного и продолжительного употребления, превращают подобные предметы в бесспорное доказательство развития металлургического производства.

Б. Позднее болгарское средневековье (XII—XIV вв.)

Как и в ранний период средневековья, использовались широко открытые сосуды для плавки и разливания металла, но нагревание и процессы, происходившие в них, были иными. Нагревание осуществлялось более эффективно через излучение сверху, а раскаленные докрасна угли снизу ограничивали доступ воздуха к металлу. Применение пот требует дополнительного поступления кислорода в печь, что делает горение более сильным и повышает температуру, но одновременно и способствует окислению металла в сосуде. Контроль над восстановительными процессами очень важен, так как окисление приводит к потерям металла в виде массивных шлаков, что нежелательно. При высоких температурах проходит и сильное остекление внешних стенок сосуда, как и некоторое расплавление их поверхности (рис. 5: 2, 6, 8). На практике открытые льячки, поставленные на раскаленные угли, в основном нагреваются снизу, что, в свою очередь, обуславливает малые размеры большинства из них, огнеустойчивость и тонкостенность корпуса (Bayley, Rehren 2007: 48). Остекление в этом случае наблюдается главным образом в нижней части, у основания сосудов (рис. 5). Степень остекления — это показатель огнеустойчивости, который свидетельствует о том, подходит ли их структура для подобных целей. Местонахождение остекленных участков на поверхности сосуда помогает определить область нагревания — снизу или сверху. Наружное остекление является причиной вытекания флюкций в горячий пепел огня, в результате чего тот покрывается «глазурью» или шлаком, часто содержащими следы металла или химически связанный со шлаком слой. Важнейшими факторами, обуславливающими налипание химических элементов на сосуды, являются температура плавления, химические и физические особенности различных элементов. Высокие температуры увеличивают летучесть металлов, равно как и перемещение последних в формы.

Некоторые тонкостенные сосуды имеют дополнительный слой с низкой огнеустойчивостью (о чем свидетельствует глубокое остекление), которому свойственно несколько функций. Вязкий слой обеспечивает равномерное распределение тепла и предотвращает термический шок, тем самым оберегая льячки от разрушения (Bailey 1989: 292). При разливе металла он защищает сосуды от горячего пепла, чем увеличивает термический запас, поддерживает осадок в жидком состоянии долгое время (рис. 5: 2, 6, 8). Слой глубоко остекленен, но и очень мягок, на нем видны следы от кусочков дерева и угольков.

II. Функциональное назначение льячек

Значительная часть льячек, дошедших от раннего и позднего периодов болгарского средневековья, использовалась в основном для плавки и разливания металла. Это не означает, что не были известны и не применялись процессы очищения (купельции) и смешивания металлов. Предположительно с ними можно соотнести два сосуда больших размеров, условно названных купелями (рис. 6б; 8а). Очень важно рассматривать остатки подобных изделий там, где отмечается производственная деятельность. На практике плавка металла — один из самых важных процессов, проходящий в сосудах, независимо от их формы и времени использования. Одно из важных условий при расплавке — сохранение веществ, тепла и поддержание нейтральной атмосферы. Расплавление представляет собой физическую трансформацию, правда, иногда металлы сплавлялись предварительно: например, олово (Sn) добавлялось к расплавленной меди для получения бронзы. Расплавленный металл разливался в форму.

А. Раннее болгарское средневековье (IX—XI вв.)

Тигли, происходящие из двух центров по производству художественного металла вблизи сел Златар и Новосел, имеют закрытый объем. Металл, независимо от того, какой он — медь, свинец или сплав бронзы, — загружали в сосуд в виде мелких кусков или стружки через овальное отверстие в верхней части льячки. После этого сосуд закрывался глиняной пробкой, которая не позволяла содержимому пролиться. Разливание осуществлялось через небольшое отверстие впереди. (рис. 1: 1в, 2в, 3в).

Доказательством данной реконструкции является стружка, найденная при изуче-

нии мастерской села Новосел в одном из тиглей, который по неизвестной причине не был поставлен в печь для плавления, а выброшен в мусорную яму. Поскольку льячки передвигались и наклонялись, возникла необходимость прикрепления к ним ручек (рис. 1: 2). Минимальные следы оксидированного металла на внутренних поверхностях или вообще отсутствие их на фрагментах свидетельствует о хорошем технологическом уровне самого процесса, что подтверждается и небольшим количеством металлургического шлака. Это достигается расплавлением в редуционных условиях, которые препятствуют сильному окислению металла, в результате которого появляются отходы (Dunworth 2000: 85). Однако по составу шлаков не может быть определен точный состав расплавленного металла. Он содержит продукт, состоящий из большого количества извести, соды и поташа, а также легко окислившихся металлов, которые или полностью отсутствуют, или представлены минимальными включениями в подготовленный и расплавленный металл (Hodges 2000: 205). Поведение компонентов в сплавах зависит от их пропорций, температуры плавления и редуцирования условий.

После использования внутренняя часть льячек меняет цвет и становится серо-черной (рис. 1: 3в; 2: 1б.) Внешняя поверхность сильно остекленена и окрашена в различные цвета из-за высокой температуры и состава глины. На нескольких фрагментах видны застывшие капли окисленного зеленого металла (рис. 1: 1в). Найдены обломки льячек с примесями расплавленной бронзы: это показывает, что сосуды треснули и распались при нагревании в печи. Пропорции различных неметаллических компонентов, представленных в шлаках, зависят не только от их концентрации в сплаве, но и от их химической природы. Такие элементы, как, например, золото (Au), не реактивны и не найдены, кроме мелких капель в шлаке. Концентрация свинца (Pb) и особенно цинка (Zn) повышена, эти элементы действуют и как образующие глазурь. Цинк имеет очень высокую степень испарения и поэтому располагается по стенкам тиглей. Значение свинца (Pb), олова (Sn) и цинка (Zn) как чистых элементов, кроме сплавов, демонстрирует более легкое окисление, в отличие от меди (Cu). Их состав и состав шлака различаются между собой. В сравнении с медью цинк имеет большее значение, чем олово, затем следует свинец (Dunworth 2000: 85). Это три главных компонента медных сплавов, которые в основном использовались в эти два периода. Анализируемые изделия из производствен-

ных центров Новосел и Златар подтверждают предварительные предположения о химическом составе и доказывают, что большая часть предметов отлита из медно-оловянно-свинцового (Cu-Sn-Pb) расплава. Причем содержание меди самое высокое, а содержание олова и свинца меняется.

В большинстве проб количество олова превышает 1%, что является обязательным условием для определения сплава как оловянной бронзы. В составе присутствует цинк (Zn) и мышьяк (As). Подтверждено наличие и других элементов, но в ограниченных количествах, таких, как железо (Fe), никель (Ni), серебро (Ag) и цирконий (Zr).

Б. Позднее болгарское средневековье (XII—XIV вв.)

Одной из целей широко открытых сосудов было сохранение расплавленного металла, который впоследствии разливался по литейным формам. Необходимо отметить, что разница между тиглями раннего средневековья, предполагавшими однократное использование, и открытыми сосудами более позднего периода состоит в применении последних более одного раза. Причиной является расплавление кремниевых составляющих глины после многократного нагревания. Остекление на внешней стороне сосудов представляет собой шлак, образующийся после реакции металлического оксида в процессе плавки и горячего пепла со структурой глиняного теста (рис. 5: 16, 36, 76). Витрификация (стеклование) зависит от огнеупорных свойств формовочной массы и продолжительности нагревания (Ениосова, Ререн 2011: 246). Опытный мастер сводит эти показатели к минимуму. Самый заметный цвет — светло-красный, полученный от следов меди. Анализ сохранившегося металла на стенках сосудов показывает, что вследствие различных физических и химических свойств этих металлов, а также и специфических условий протекания процесса невозможно установить состав полученного сплава. Плавка в редуцированных условиях позволяет избежать сильного окисления металла, в результате которого главным образом и получают металлургические отходы. При более высоком технологическом уровне производства образуется минимальное количество шлаков. Интерпретация результатов подобных исследований усложняется различными проблемами, такими, как состав сплавов, неоднократное использование литейных форм и льячек, а также наступившие впоследствии корро-

зийные процессы. Поэтому надо избегать реконструкции состава металлов и сплавов по анализам литейных форм и сосудов.

Заключение

В период Первого Болгарского Царства (раннее средневековье, IX—XI вв.) использовались закрытые тонкостенные льячки (тигли) полусферической формы с удлиненным и расширенным дном, прищипнутой ручкой и узким горлышком для выливания расплавленного металла. Они сделаны по деревянной модели, которую вынимали после высыхания, перед прокаливанием. Тигли изготовлены из бледно-желтого глиняного теста с примесью мелкого кварцевого песка. Результаты анализов тиглей из производственного центра Новосел дают сведения о составе глины и переменах, произошедших после температурного воздействия и расплавления металла в них. Глина, из которой изготовлены тигли, определяется как вторичная (осадочная), а в зависимости от ее компонентов — и как мергельная. Подобные глины распространены в северо-восточных районах Болгарии, что дает основание для вывода о прямой и доступной добыче сырья для изготовления льячек.

Тигли принадлежат к распространенной функциональной группе, использовавшейся при временном изменении физического состояния металла — расплавлении. Налицо и определенные характеристики, без которых использование сосудов для литья было бы безуспешным, если бы не устойчивость к резким температурным перепадам и расплавленному металлу, удобство работы с сосудами. Остекление поверхности тиглей доказывает использование их при высоких температурах. Плавка металла — один из важнейших процессов, совершавшихся в сосудах. Самыми важными требованиями к этому процессу являются сохранение содержимого, поддержание тепла и нейтральной редуцированной атмосферы. Необходимость плавки и разливания металла обуславливает использование мелких и термически устойчивых сосудов с удобными ручками. Пропорции различных металлов, представленные в тигельных шлаках, зависят не только от их исходной концентрации в металлическом сплаве, но и от их химической природы. Тигли в основном использовались для расплавления меди, медных сплавов — бронзы, и, редко, для серебряных сплавов. Для плавки свинца использовались открытые железные тигли. Анализы металлических изде-

№6. 2013

лий и отходы производства показывают, что в основном использовалась бронза с примесью свинца (Cu-Sn-Pb).

В период Второго Болгарского царства (позднее средневековье, XII—XIV вв.) применяются открытые неметаллические сосуды для литья (поты). Все они открытого типа, небольшого размера с полусферической, овальной или конической формой тела. Реже встречаются цилиндрические сосуды. В большинстве своем они тонкостенные с заостренной формой дна, прищипнутым устьем и изготовлены по модели. Материал лячек этого периода существенно не отличается от изделий раннего средневековья. Результаты наблюдения показывают повышенное содержание в них железа, что видно по порам и по черносинему цвету сосудов. Визуально отмечено, что в составе использованных глин присутствует кварцевый песок, это делает поверхность сосудов на ощупь шероховатой. На поверхности пот наблюдаются стекловидные шлаки, а степень остекленения зависит от огнеустойчивых свойств формовочной массы и служит индикатором продолжительности процесса нагревания. Стеклование является результатом реакции между формовочной

массой, древесным пеплом и расплавленным металлом. Некоторые тонкостенные сосуды имеют дополнительный низкоогнеупорный слой, равномерно распределяющий тепло и ограничивающий термальные перепады, что предохраняет сосуды от повреждений. Широко раскрытые сверху сосуды хорошо сохраняют расплавленный металл, но, в отличие от однократно использовавшихся тиглей раннего средневековья, поты позднего периода использовались многократно. Анализ металла, сохранившегося на стенках сосудов показывает, что невозможно точно установить состав оригинального сплава по причине наступивших физических и химических перемен во время расплавления. На практике плавка и разливание — важнейшие процессы, осуществлявшиеся с помощью данных сосудов, независимо от их формы и времени использования.

Разнообразие и большое количество сосудов для литья металла, найденных во время раскопок основных производственных центров средневековой Болгарии, являются бесспорным доказательством развития металлургической деятельности и ювелирного мастерства.

Литература

- Ангелов Н. 1972. Към въпроса за развитието на занаятите в средновековния Търновград през XIII—XIV в. *Известия на окръжния исторически музей* V. Велико Търново, 51—62.
- Бонев Ст., Дончева С. 2011. *Старобългарски производствен център за художествен метал при Новосел, Шуменско*. Велико Търново: Фабер.
- Димова В., Георгиева С. 1985. *Средновековният Червен 1*. София: БАН.
- Дончева С. 2010. Археологически разкопки на обект: Производствен център за металопластика, с. Златар, Преславско. *Археологически открития и разкопки през 2009 г.* София, 576—577.
- Дончева С. 2011. Археологически разкопки на обект: Производствен център за металопластика, с. Златар, Преславско. *Археологически открития и разкопки през 2010 г.* София, 523—525.
- Дончева С. 2012. Леярски съдове от Шуменска крепост. *Паметници, музеи, реставрация* 4. София, (в печати).
- Дончева-Петкова Л. 1977. *Българска битова керамика през ранното средновековие*. София: БАН.
- Дончева-Петкова Л. 1980. За металодробива и металообработването в Плиска. *Археология* (4), 27—35.
- Ениосова Н., Митоян Р. 1999. Тигли Гнездовского поселения. В: Недошивина Н. Г. (отв. ред.). *Археологический сборник. Памяти Марии Фехнер*. Москва: Гос. исторический музей, 54—63.
- Ениосова Н., Жарнов Ю. 2006. Ювелирный производственный комплекс из «Ветчаного города» домонгольского Владимира. *РА* (2), 64—80.
- Ениосова Н., Ререн Т. 2011. Плавильные сосуды новгородских ювелиров. В: Rybina E. (ed.). *Novgorod Archaeological conference* 3. Veliky Novgorod, 243—254.
- Каргер М. 1958. *Древний Киев. Очерки по истории материальной культуры древнерусского города* 1. Москва; Ленинград: АН СССР.
- Ляпушкин И. 1958. *Городище Новотроицкое*. МИА 74. Москва.
- Нешева В. 2008. *Богозиданият град Мелник*. София: Иврай.
- Пеев В. 1966. *Материалознание по керамика*. София: Наука и техника.
- Пеев В., Добрева Р. 1972. *Технология по керамика*. София: Наука и техника.
- Штыхов Г. 1975. *Древний Полоцк. IX—XIII вв.* Минск: Б.и.
- Чангова Й. 1992. *Перник III*. София: БАН.
- Чолаков И. 2010. *Римски и ранновизантийски метални инструменти от територията на България (I — началото на VII век)*. София: НОУС ЕООД.
- Agricola G. 1912. *De re metallica*. Transl. by H. Hoover and L. Hoover. London.
- Bayley J. 1989. Non-metallic evidence for metalworking. In: Maniatis Y. (ed.). *Archaeometry. Proceeding of the 25th International Symposium*. Amsterdam; New York, 291—303.
- Bayley J., Rehren T. 2007. Towards a functional and typological classification of crucibles. In: La Niece S., Hook D., Craddock P. (eds.). *Metals and Mines. Studies in archaeometallurgy*. London, 46—55.
- Doncheva S. 2010. Metalworking Center by the Second Bulgaria Capital: Great Preslav. In: Cholakov I. D., Chulakev K. *American Journal of Archaeology* 114 (4) (*Archaeology in Bulgaria 2007—2009*). Sofia, 729—731.

Dunworth D. 2000. A note on the analysis of crucibles and moulds. *Historical Metallurgy*, 43, 83—86.
 Hodges H. 2000. *Artifacts. An Introduction to Early Materials and Technology*. London.
 Theophilus. 1989. *On Divers Arts. The Foremost Medieval*

Treatise on Painting, Glassmaking and Metalwork. Transl. J. Hawthorne and C. Smith. New York.

Tylecote R. 1982. Metallurgical Crucibles and Crucible Slags. In: Olin J., Franklin A. (eds.). *Archaeological Ceramics*. Washington, 231—243.

References

- Angelov, N. 1972. In *Izvestiya na okražniya istoricheski muzej (Bulletin of the regional historical museum)* V. Veliko Tŕmovo, 51—62 (in Bulgarian).
 Bonev, St., Doncheva, S. 2011. Starobŕlgarski proizvodstven tsentŕ za khudozhestven metal pri Novosel, Shumensko (Old-Bulgarian centre of artistic metal production near Novosel, Shumen region). Veliko Tŕmovo: Faber (in Bulgarian).
 Dimova, V., Georgieva, S. 1985. *Srednovekovniyat Cherven (Medieval Cherven)* 1. Sofia: BAN (in Bulgarian).
 Doncheva, S. 2010. In *Arkheologicheski otkritiya i razkopki prez 2009 g.* (Archaeological discoveries and excavations in 2009 g.). Sofia, 576—577 (in Bulgarian).
 Doncheva, S. 2011. In *Arkheologicheski otkritiya i razkopki prez 2010 g.* (Archaeological discoveries and excavations in 2010 g.). Sofia, 523—525 (in Bulgarian).
 Doncheva, S. 2012. In *Pametsitsi, muzei, restavratsiya (Sites, museums, restoration)* 4. Sofia, (in print) (in Bulgarian).
 Doncheva-Petkova, L. 1977. *Bŕlgarska bitova keramika prez ranoto srednovekovie (Bulgarian household ceramics in Early Middle Age)*. Sofia: BAN (in Bulgarian).
 Doncheva-Petkova, L. 1980. In *Arkheologiya (Archaeology)* (4), 27—35 (in Bulgarian).
 Eniosova, N., Mitoyan, R. 1999. In *Arkheologicheskij sbornik. Pamyati Marii Fekhner (Archaeological compilation. To the memory of Maria Fehner)*. Moscow: Gos. istor. muzej, 54—63 (in Bulgarian).
 Eniosova, N., Zhamov, Iu. 2006. In *Rossiiskaia arkheologiya (Russian archaeology)* (2), 64—80 (in Russian).
 Eniosova, N., Reren, T. 2011. In *Novgorod Archaeological conference* 3. Veliky Novgorod, 243—254 (in Russian).
 Karger, M. 1958. *Drevnii Kiev. Ocherki po istorii material'noi kul'tury drevnerusskogo goroda (Old Kiev. Essays into the history of material culture of an Old-Russian town)* 1. Moscow; Leningrad: Academy of Sciences of USSR (in Russian).
 Liapushkin, I. 1958. *Gorodishche Novotroitskoe (Novotroitskoe hillfort)*. Materialy i issledovaniia po arkheologii (Materials and researches in archaeology) 74. Moscow (in Russian).
 Nesheva, V. 2008. *Bogozidaniyat grad Melnik (The town of Melnik erected by the God)*. Sofia: Ivraj (in Bulgarian).
 Peev, V. 1966. *Materialoznanie po keramika (Studies into ceramic materials)*. Sofia: Nauka i tekhnika (in Bulgarian).
 Peev, V., Dobрева, R. 1972. *Tekhnologiya po keramika (Technology of ceramics)*. Sofia: Nauka i tekhnika (in Bulgarian).
 Shtykhov, G. 1975. *Drevnii Polotsk. IX—XIII vv. (Old Polotsk in 9th—13th cc.)*. Minsk: B.i. (in Russian).
 Changova, J. 1992. *Pernik III (Pernik III)*. Sofia: BAN (in Bulgarian).
 Cholakov, I. 2010. *Rimski i rannovizantijski metalni instrumenti ot teritoriyata na Bŕlgariya (I — nachaloto na VII vek) (Roman and Early Byzantine metal tools from the territory of Bulgaria (1st — Early 7th cc.)*. Sofia (in Bulgarian).
 Agricola, G. 1912. *De re metallica*. Transl. by H. Hoover and L. Hoover. London.
 Bayley, J. 1989. Non-metallic evidence for metalworking. In: Maniatis, Y. (ed.). *Archaeometry. Proceeding of the 25th International Symposium*. Amsterdam; New York, 291—303.
 Bayley, J., Rehren, T. 2007. Towards a functional and typological classification of crucibles. In: La Niece, S., Hook, D., Craddock, P. (eds.). *Metals and Mines. Studies in archaeo-metallurgy*. London, 46—55.
 Doncheva, S. 2010. Metalworking Center by the Second Bulgaria Capital: Great Preslav. In: Cholakov, I. D., Chulakev, K. *American Journal of Archaeology* 114 (4) (*Archaeology in Bulgaria 2007—2009*). Sofia, 729—731.
 Dunworth, D. 2000. A note on the analysis of crucibles and moulds. *Historical Metallurgy*, 43, 83—86.
 Hodges, H. 2000. *Artifacts. An Introduction to Early Materials and Technology*. London.
 Theophilus. 1989. *On Divers Arts. The Foremost Medieval Treatise on Painting, Glassmaking and Metalwork*. Transl. J. Hawthorne and C. Smith. New York.
 Tylecote, R. 1982. Metallurgical Crucibles and Crucible Slags. In: Olin, J., Franklin, A. (eds.). *Archaeological Ceramics*. Washington, 231—243.

Статья поступила в номер 30 октября 2012 г.

Stela Doncheva (Shumen, Bulgaria). Doctor of History. National Institute of Archaeology, Shumen Branch¹.

Stela Doncheva (Şumen, Bulgaria). Doctor în istorie. Institutul Naţional de Arheologie, filiala Şumen.

Дончева Стела Милчева (Шумен, България). Доктор истории. Национальный Археологический институт, Филиал Шумена.

E-mail: donchevastela@yahoo.com

Address: ¹ Branch Shumen, 4, “Gen. Toshev” Str., Shumen 9700, Bulgaria

Copyright of Stratum Plus Journal is the property of P.P. Stratum plus and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.