

СЛИТКИ-“ЛЕПЕШКИ” (REIßSCHEIBEN) КАК МАРКЕРЫ ПОСТУПЛЕНИЯ МЕДИ НА РЫНОК СРЕДНЕВЕКОВОГО НОВГОРОДА

© 2024 г. О.М. Олейников

Институт археологии РАН, Москва, Россия

E-mail: olejnikov1960@yandex.ru

Поступила в редакцию 12.04.2023 г.

После доработки 17.11.2023 г.

Принята к публикации 16.01.2024 г.

В период Средневековья массивные слитки представляли стандартный тип медного сырья, получаемого на горнорудных предприятиях Европы и экспортируемого по Балтийскому и Северному морям на огромные расстояния. В отечественной литературе они известны, как “лепешки” и “ковриги”, в зарубежной – *Reißscheiben* (вырванный диск). В статье дана информация о 24 фактах обнаружения массивных слитков. Большинство находок сосредоточено на международных торговых путях и маркирует основные направления перемещения медного сырья от горнорудных предприятий, расположенных в Западных Карпатах, Рудных горах и Восточных Альпах, к Северному и Балтийскому морям. В контексте проблемы идентификации источников металла и установления путей поступления металлического сырья на территорию средневековой Руси фиксация и картирование слитков-“лепешек”, не подверженных переплавкам, и, следовательно, сохранившим первичные “изотопные метки”, дают ценную информацию. Огромные по объему медные грузы затонувших кораблей можно рассматривать в качестве эталонных выборок при интерпретации Pb-Pb данных, полученных как для различных типов слитков, так и для готовых изделий.

Ключевые слова: сырьевые слитки, слитки-“лепешки”, *Reißscheiben*, Ганзейский союз, торговые пути, источники меди, средневековый Новгород.

DOI: 10.31857/S0869606324020074, EDN: WOKCJZ

В период Средневековья массивные слитки в виде овальных или округлых плоских дисков со скошенными бортиками, получаемые при непосредственной переработке руд, были стандартным типом медного сырья, экспортируемого из горнометаллургических районов на большие расстояния (рис. 1). Эти слитки являются ключом к целому массиву информации о торговле цветными металлами. Учитывая отсутствие прямых торговых контактов Новгорода с районами рудных разработок и отсутствие письменных и изобразительных сведений о торговле массивными слитками, незаменимым источником информации становятся археологические материалы.

Единого обозначения для этой категории находок нет. В отечественных публикациях приняты термины, подчеркивающие форму слитков – “лепешки”, “ковриги”. Зарубежные коллеги используют определения, отражающие

технику производства – “saigerkuchen” (от метода *Saigerkunst*, описанного Агриколой), “liqutation cake” (ликвационный пирог), но общепринятым в западноевропейской литературе стал немецкий термин “Reißscheiben” (вырванный диск).

Действительно, форма слитков напрямую связана с многоступенчатым пирометаллургическим процессом переработки сульфидных медных руд и соответствует либо контурам чашеобразной ямы, в которую выпускали из плавильной печи расплавленный металл, либо повторяет форму изложницы, заполняемую рафинированной медью с помощью черпака (Агрикола, 1962. С. 341–386, 459–494; Garbacz-Klempka et al., 2014. P. 104)¹.

¹ Технология получения “вырванных дисков” была распространена и в XVIII в. Между 1731 и 1754 г. книгопродавец и издателем Иоганном Генрихом Зедлером был опубликован “Большой и полный универсальный

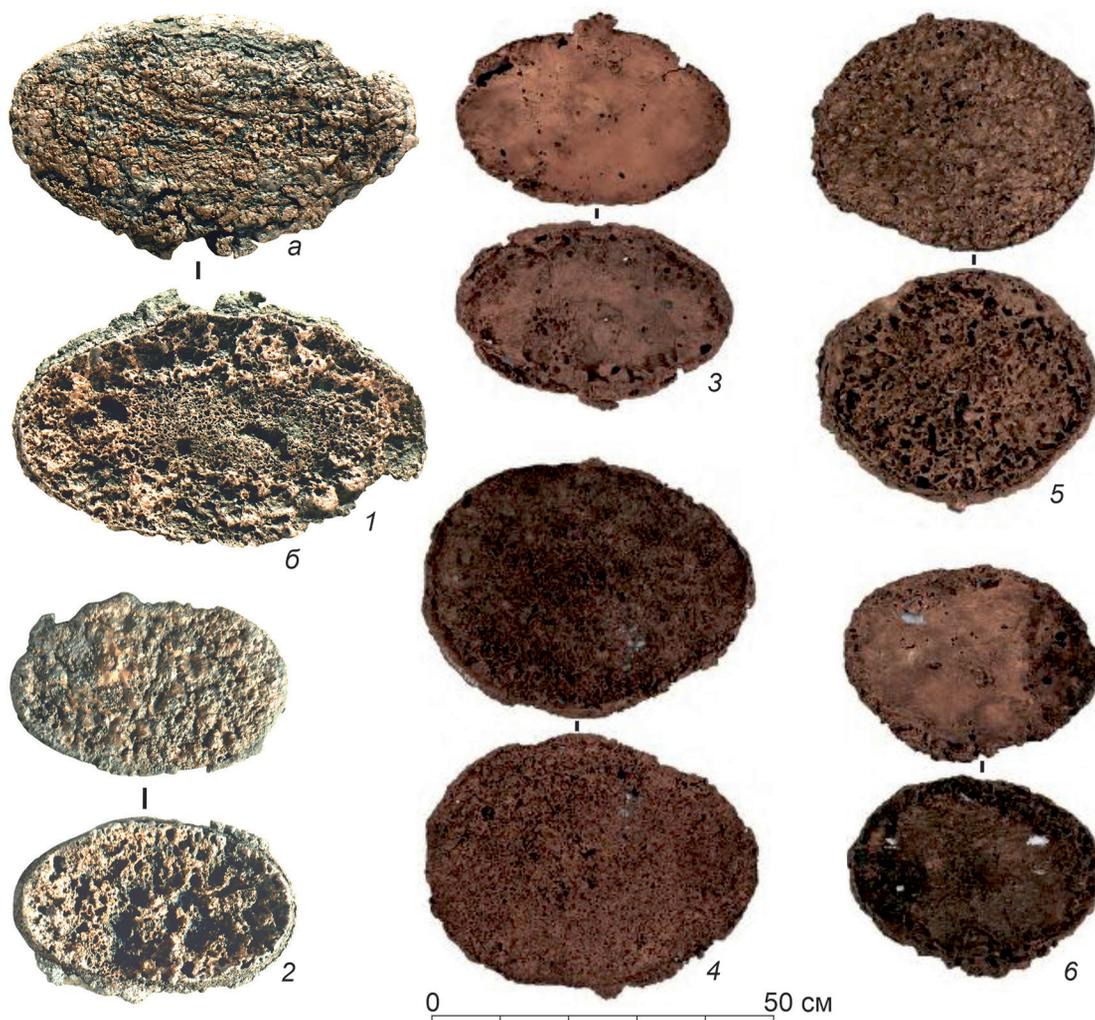


Рис. 1. Массивные медные слитки-“лепешки”/Reibscheiben, XV в. 1, 2 (а – верхняя поверхность, б – нижняя поверхность) – Великий Новгород; 3–6 – затонувшее судно “Медный корабль”. 1, 2 – фото автора; 3–6 – по: Ossowski, 2014. Fig. 2.

Fig. 1. Massive copper Reibscheiben, 15th century AD. 1, 2 – photo of the author; 3–6 – after Ossowski, 2014. Fig. 2

Принцип формирования черновых “лепешек” заключался в том, что медному расплаву, вытекающему в предгорновую яму перед печью, не давали застыть в монолитный блок. Верхний слой быстро охлаждали нагретой водой; после того, как верхняя корка расплава затвердела, слиток извлекали (вырывали) из расплава железным крюком (Агрикола, 1962. С. 366, 466, 492, 493) и приступали к охлаждению следующего слоя (рис. 2). Таким образом, каждая

“лепешка” формировалась в предгорновой яме как верхняя. Следствием этого процесса была характерная текстура поверхностей слитка: нижняя, контактирующая с расплавом, формировалась ноздреватой (рис. 1, 1, б), верхняя – сглаженной (рис. 1, 1, а). Диаметры получаемых слитков и наклон бортика были соразмерны, соответственно, диаметрам ямы на разных глубинах и уклону стенок ямы (рис. 3, а) (Hänsel, Schulz, 1980. S. 17. Bild 9; Schulz, 1982. S. 365).

лексикон всех наук и литературы, которые до сих пор были изобретены и усовершенствованы человеческим умом и сообразительностью” (Zedlersches лексикон), в котором при объяснении терминов “Scheiben” (диски) и “Scheiben geissen” (вырванные диски) описаны аналогичные технологические приемы (Hänsel, Schulz, 1980. S. 17).

Если разложить диски друг на друга в порядке уменьшения размера, получится полу-сфера, состоящая из серии плоских, со скошенными бортами слитков уменьшающегося диаметра, заканчивающаяся внизу небольшим

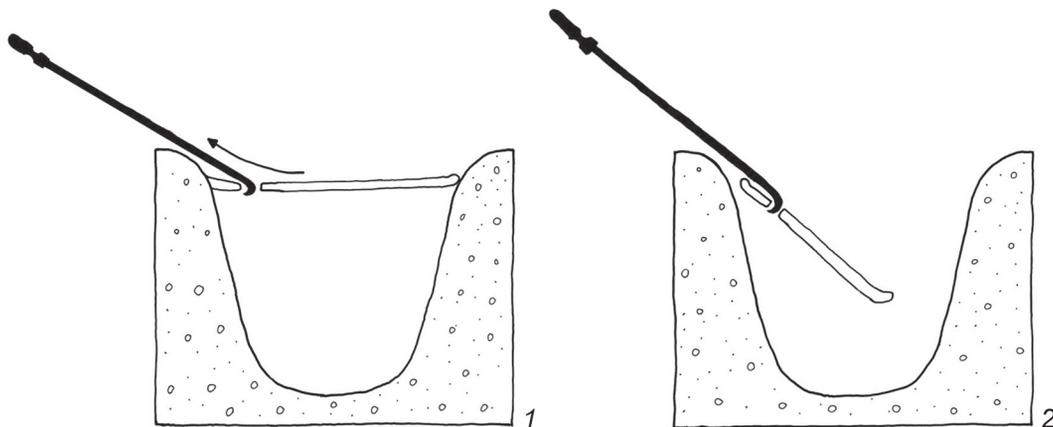


Рис. 2. Извлечение (вырывание) верхнего слитка из расплава железным крюком (по: Arbin et al., 2022. Fig. 4). 1 – захват слитка; 2 – удаление слитка.

Fig. 2. Extracting (pulling out) the top ingot from the melt with an iron hook (after Arbin et al., 2022. Fig. 4)

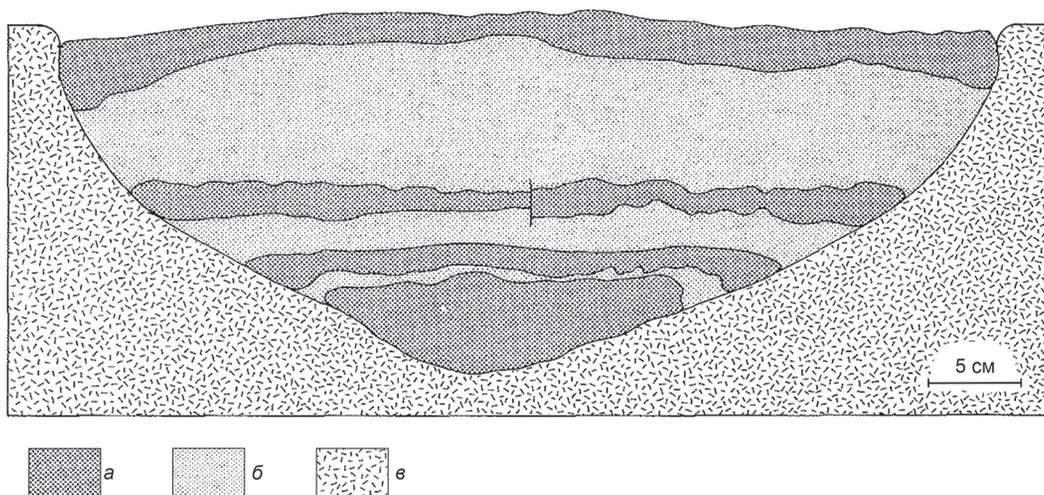


Рис. 3. Схематический разрез предгорной ямы. Реконструкция по находкам слитков Reißscheiben на о. Гельголанд (по: Hänsel, Schulz, 1980. Bild 9). Условные обозначения: *a* – плоские слитки уменьшающегося диаметра и полусферический слиток-“корольек” (археологические находки); *б* – расплав; *в* – утрамбованный песок/земля.

Fig. 3. Schematic cross-section of the foothill pit. Reconstruction based on finds of Reißscheiben on the island Heligoland (after Hänsel, Schulz, 1980. Bild 9)

плоско-выпуклым слитком – “корольком”, имеющим гладкую внешнюю поверхность (Агрикола, 1962. С. 469, 495; Hänsel, Schulz, 1980. Bild 3; Arbin et al., 2022. Fig. 4). Таким образом, размер слитков дает представление о параметрах ямы-изложницы. Например, яма на о. Гельголанд, реконструированная по находкам четырех плоских слитков и “королька”, вмещала более 50 кг медного расплава (рис. 3) (Hänsel, Schulz, 1980. S. 17).

Массивные слитки черновой меди получали в плавильных печах рядом с рудниками. Транспортировка больших количеств руды

на значительные расстояния в Средние века не практиковалась (Molenda, 1975. S. 375). Однако нельзя исключить, что переработка руды могла проводиться в других местах, но, вероятно, в пределах одной горнорудной области. Так, М. Линч сообщает об использовании повозок, запряженных волами, для перевозки руды из Саксонии и Богемии в Нюрнберг, который в то время был одним из главных центров обработки металлов в Германии (Lynch, 2002; Werson, 2015. P. 34).

Возможно, подобная “логистика” была связана с тем, что для плавки и обжига требовалось

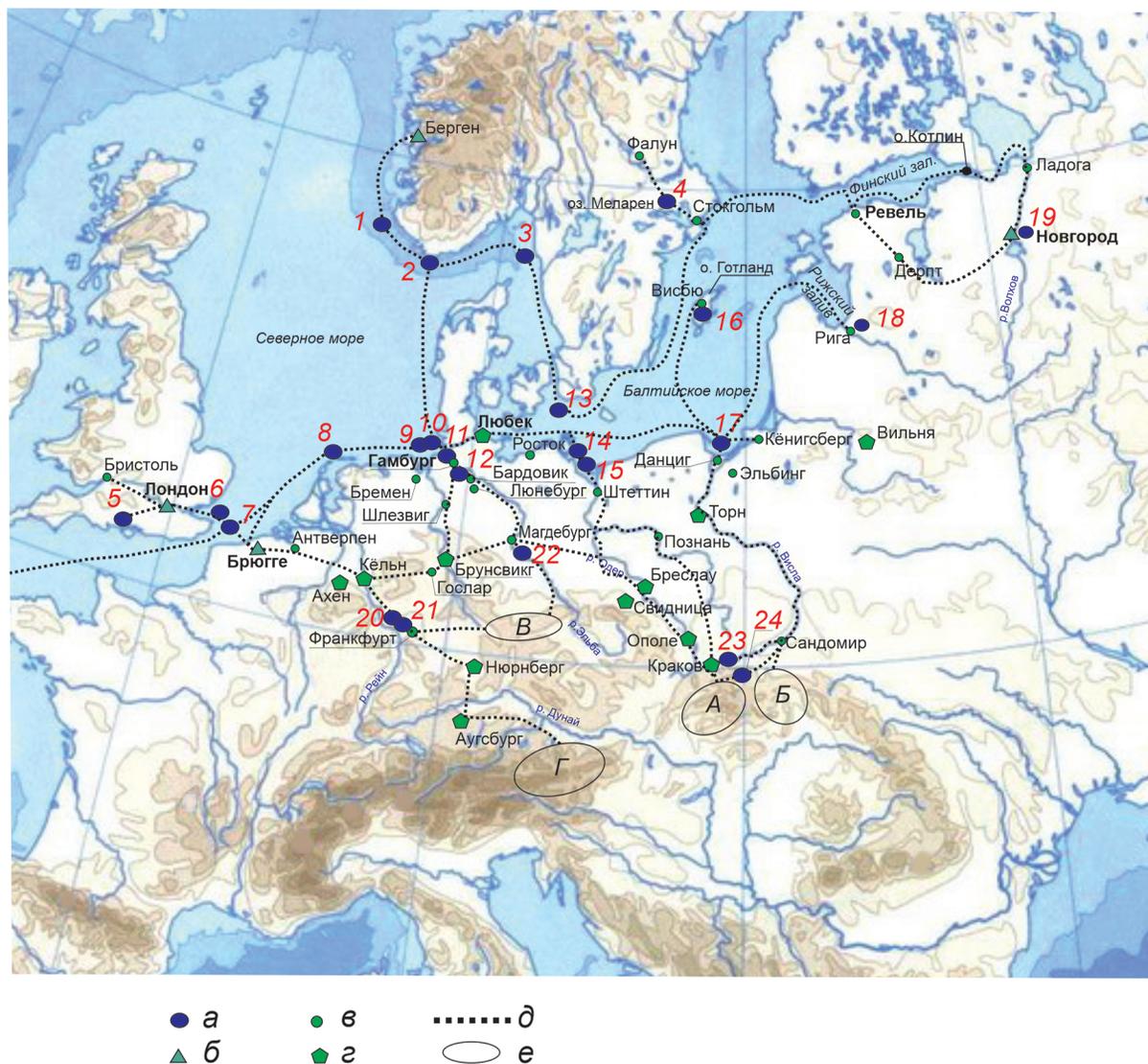


Рис. 4. Топография находок слитков-“лепешек” и торговые пути. 1 – Ставангер; 2 – судно “Селюр 3”; 3 – судно “Скафте”; 4 – Харакер; 5 – Бромхэм; 6, 7 – Великобритания; 8 – Терсхеллинг; 9 – рифтовая зона о. Гельголанд; 10 – о. Гельголанд; 11 – р. Эльба, вблизи г. Ведель; 12 – судно “Эльберврак”, р. Эльба; 13 – судно “Треллеборг Коппервракет”; 14 – судно “Менчгут 92”; 15 – судно “Херингсдорф 58”; 16 – Готланд; 17 – “Медный корабль”; 18 – Латвия; 19 – Великий Новгород; 20 – Браунфельс-Филиппстейн; 21 – “Вецлар-Штайндорфский клад”; 22 – р. Эльба, вблизи г. Виттенберг; 23 – Краков, Главная рыночная площадь; 24 – р. Дунаец. Условные обозначения: *a* – места обнаружения слитков; *b* – конторы Ганзы (зарубежные торговые представительства); *v* – ганзейские фактории и торговые города; *z* – крупные металлургические центры; *d* – торговые пути; *e* – горнорудные районы: *A, B* – Западные Карпаты; *V* – Рудные горы и Богемия; *Г* – Восточные Альпы.

Fig. 4. Topography of finds of ingots and trade routes

огромное количество топлива в виде древесины и древесного угля. Катастрофическое сокращение площади лесов, которое происходило во всех регионах с развитой металлургией, вполне могло стать причиной переноса производства в районы с достаточным топливным ресурсом (L’Héritier, Téreugeol, 2010).

Рафинирование черновой меди и извлечение благородных примесей проводились в плавильнях,

которые могли находиться в любом месте. Владельцы руды продавали медные слитки собственникам плавильных производств (Агрикола, 1962. С. 386; Molenda, 1975. S. 372, 373; Werson, 2015. P. 35).

В Средние века основными горнорудными районами по добыче меди были Гарц, Рудные горы, Богемия (рис. 4, *V*), Свентокшиские горы, Карпаты (рис. 4, *A, B*), Восточные Альпы

(рис. 4, Г), а также Скандинавия (Фалун и Рёрус) (Dziekoński, 1963; Агрикола, 1972. С. 54, 55; Forshell, 1992. Р. 163; Tylecote, 1992. Р. 88, 89; Garbacz-Klempka, Rządkosz, 2009. Р. 282; Garbacz-Klempka et al., 2014. Р. 301). На территории Руси месторождения цветных металлов в Средние века не разрабатывались.

Самыми крупными европейскими центрами, в которых проводились рафинирование меди и извлечение из нее серебра, были Нюрнберг, Аугсбург, Кельн, Ахен, Любек, Брауншвейг, Динан, Краков, Могила, Познань, Торунь, Вроцлав, Свидница, Ополе, Вильня. В XVI и XVII вв. большое значение имели Щецин и Гданьск, где существовали многочисленные мастерские по обработке меди (Molenda, 1989. Р. 801, 802; Rządkosz, 2013). В Северной Европе производство медных изделий было сосредоточено в основном в Стокгольме, датской Зеландии, Ютландии, Шлезвиг-Гольштейне (Bruland et al., 2020. Р. 12).

В XV и XVI столетиях в Европе работали сотни плавильных предприятий, на которых велись выплавка меди из руды, рафинирование и извлечение серебра. В этот период медь с примесью серебра была важным источником этого благородного металла (Molenda, 1989. S. 801). Экспорт черновой (необработанной) меди и извлечение серебра за пределами страны, обладающей запасами этой руды, были распространенной практикой в Средние века².

Черновая медь, произведенная на рудниках, и рафинированная медь, полученная в плавильнях, транспортировалась в виде “лепешек”. Сначала это сырье поступало на крупные рынки — Антверпен, Кельн, Краков, Нюрнберг. Одним из основных рынков сбыта венгерской меди в Западной Европе был Антверпен, откуда медь перевозилась в Испанию, Португалию и заморские колонии. В Антверпен на Балтику вели три основные дороги:

² Наиболее ярким примером такой деятельности служит Могильский плавильный завод, на котором извлекали серебро из меди, легально экспортируемой из Венгерского государства. Главным владельцем предприятия был Ян Турзон, который будучи гражданином Венгерского королевства (Левоча) и Польского королевства (Кракова), использовал торговые привилегии (освобождение от таможенных пошлин) в обоих государствах, чем значительно повысил рентабельность предприятия (Molenda, 1975. S. 372, 373, 378, 381).

Бьела—Орава—Краков—р. Висла—Данциг, Жилина—Штеттин—Вроцлав—р. Одер и по суше через Великую Польшу и Померанию в Штеттин. Кроме северного направления венгерская медь шла на юг (в Венецию и Виллах), Тюрингию, Вену и в Центральную Германию (Нюрнберг) (Molenda, 1989. S. 812). Сведения о закупках медного сырья в Нюрнберге Равенбургской торговой компанией относятся к 1474—1510 гг., и во всех случаях речь идет либо о зейгированной о меди, либо об отходах (*geschlagenes Kupfer*) (Schulte, 1923. S. 196).

В Кельн с середины XII в. поступала медь из Гарца (Доллингер, 2020. С. 21, 22, 26, 262). Главными торговыми путями Северной Германии (от Фризии до Померании) и Южной Германии были четыре реки: Рейн, Везер, Эльба и Одер. В XII в. медным сырьем торговали немцы, фламандцы и купцы из Гента и района Маас. На запад по сухопутному торговому пути Магдебург—Гослар—Зост—Дормунд—Кельн медь вывозили, главным образом, саксонцы. На Эльбе, пограничной реке Священной Римской империи, находилось два важных для торговцев города — Бардовик и Магдебург. Через Бардовик саксонцы ездили на о. Рюген (где покупали рыбу); Магдебург был процветающим торговым центром, где встречались саксонские и славянские торговцы. Это направление маркируют находки слитков—“лепешек” на Эльбе и на кораблях “Менчгут 92” и “Херингсдорф 58”, затонувших недалеко от о. Рюген (№ 11, 12, 22, 14, 15 по Своду, см. ниже).

Медные слитки, полученные из руд месторождений Западных Карпат, Свентокшинских гор и Восточных Альп, поступали на крупнейший в Центральной Европе рынок — в Краков. Здесь, на Главной рыночной площади, в юго-восточной части Суконных рядов находилось специальное учреждение — Большая весовая палата, существование которой уже в XIII в. подтверждено раскопками 2005—2006 гг. Функции Весовой палаты были многогранны. Она не только контролировала торговлю металлом, гарантируя надежность товаров с точки зрения их качества и размеров, но и занималась производственной деятельностью, направленной, главным образом, на получение серебра (плавильный цех в западной части здания). Кроме того, археологически

подтверждена практика разделения кусков металла, предназначенных для розничной продажи (Garbacz-Klempka, Rządkosz, 2009. Р. 283; Schejbal-Dereń, Garbacz-Klempka, 2010; Garbacz-Klempka, Rządkosz, 2014. Р. 100, 101). О том, что медь, привезенная с медных рудников Венгрии в Краков, взвешивалась по прибытии, свидетельствуют, в частности, отчеты гейдельбергского ученого-гуманиста, врача Генриха Смита (1535–1614) (Możejko, 2014. Р. 71) и материалы археологических раскопок 2005–2007 гг. Рыночной площади (Garbacz-Klempka, Rządkosz, 2014. Р. 101; Wardas-Lasoń, Garbacz-Klempka, 2016).

Из Кракова медь отправлялась в Торунь, Эльблонг (Эльбинг) и Данциг (Гданьск), откуда посредством ганзейских купцов через Любек и Зунд попадала в европейские гавани и на территорию Руси. Существовал маршрут транспортировки меди из Кракова на Балтику через Познань (в обход Пруссии, что было важно во время Тевтонских войн) до Штеттина (Щецина). Медь из Кошице поставлялась на рынки Верхней Германии (в Нюрнберг) через Вроцлав (Molenda, 1989. S. 811, 814).

Существенный вклад в европейскую торговлю цветными металлами в этот период вносила венгерская медь. Рудники были сосредоточены в двух центрах. Первый включал города Кремница, Банска-Штьявница, Банска-Бела, Банска-Бистрица, Нова Баня, Либета и Бака (совр. Центральная Словакия) (рис. 4, А). Вторым охватывал города Гельница, Смольник, Елсава, Рожнява, Спишска Нова Вес, Кошице (совр. Восточная Словакия) и Рудабанья, Телкибанья (совр. Венгрия) (рис. 4, Б).

Основной путь экспорта меди из этих горно-металлургических районов на Балтику был следующим. Медь везли через Сонч по рекам Попрад и Дунаец до Кракова или в объезд Кракова – через Сандомир. Из Кракова основной маршрут вел в Мехув и Куржелув, пересекая р. Пилица возле Пшебуржа, а затем продолжая путь через Петркув, Ленчицу и Пшедеч в сторону Торна, и оттуда вниз по Висле до Данцига (Гданьска) (Halaga, 1975; Molenda, 1989. S. 811–814; Możejko, 2014. Р. 71). Этот маршрут, проходящий по восточной стороне Татр, маркируют слитки, найденные на р. Дунаец, на Главной рыночной площади в Кракове и

груз “Медного корабля” (№ 24, 23, 17 по Своду соответственно).

Торговля венгерской (словацкой) медью через польские земли была наиболее активной с конца XV до начала XVII в. На венгерские плавильни поставлялся польский свинец, необходимый для извлечения серебра. В контексте проблемы реконструкции торговых путей заметим, что польский свинец поступал через Краков не только на европейские рынки (Garbacz-Klempka, Rządkosz, 2009. Р. 282), но и на Русь. Ярким доказательством служит слиток свинца весом 151.3 кг (четверть огромной округлой чушки), обнаруженный в 1965 г. в Новгороде в слое XIV в. Плоская поверхность слитка была маркирована двумя клеймами с изображением орла и литерой “К” под короной, которые по аналогии с изображениями на польских монетах отнесены к королю Польши Казимиру III Великому (1333–1370) (Янин, 1966).

Ключевую роль в русско-европейской торговле цветными металлами играл Новгород. Внешнеторговые связи Новгорода были обширны и разнообразны. Уже во времена активности викингов, в IX–XI вв., единая система взаимовыгодных торговых связей объединила северо-западные русские земли с Восточной Прибалтикой (позже Ливонией), Готландом, Швецией, Данией, Литвой, землями западных славян и приморскими городами Нижней Германии. Их всестороннее торговое сотрудничество обрело особую интенсивность с рубежа XII–XIII вв. благодаря практике заключения международных торговых договоров, положившей начало оформлению в Балтийском регионе правового фундамента международного и межгосударственного общения. Самый ранний датируется 1191–1192 гг., наиболее подробными были договоры Новгорода с Готландом, Любеком и немецкими городами 1262–1263 гг. и проект договорной грамоты Новгорода с Любеком и Готландом 1269 г. (Грамоты..., 1949. № 28, 29, 31; Янин, 1991. С. 81–84)³. Договор 1487 г. – последний русско-ганзейский договор, заключенный перед закрытием 6 ноября 1494 г. новгородской ганзейской конторы (Немецкого подворья) (Казакова, 1961; Бессуднова, 2013. С. 172–175).

³ Подробный комментарий о торговых договорах и торговых грамотах Новгорода см.: Рыбина, 2001. С. 6–21, 100–106, 303–307.

Для внешней торговли использовались давно проложенные морские пути. Готланд господствовал в балтийской торговле в течение X–XII вв., связывал торговые пути Балтийского и Северного морей. С конца XII в. ведущая роль в западноевропейской торговле Новгорода переходит сначала в руки немецкой купеческой общины Готланда, затем немецкой городской общины (Бережков, 1879. С. 54–82, 151–156; Дживелегов, 1904. С. 122; Рыбина, 2001. С. 92–100, 232, 233).

С XIV в. торговлю цветными металлами держал в своих руках Любек, а к XV в. в Европе сложились устойчивые торговые связи, позволяющие распространять металл по значительной территории. Корабли и купцы, прибывающие с Готланда, собирались в устье Невы у о. Котлин (Кронштадт). Здесь выбирали старшину, который управлял всем караваном. Товары перегружали на суда помельче, и русские лоцманы вели корабли вверх по Неве. Они выходили в Ладожское озеро и заходили в порт Ладога. Там снова перегружали товары, работы велись с помощью корпорации владельцев буксирных судов, и по Волхову “немецкие гости” прибывали в Новгород (Доллингер, 2020. С. 41).

Маршрут Новгород–Ревель–Любек–Гамбург–Брюгге–Лондон был основным направлением ганзейской торговли (Доллингер, 2020. С. 251). Второй торговый путь из Франкфурта и Нюрнберга через Лейпциг в Польшу уменьшил функцию Ганзейской линии.

Любек торговал в основном шведской и венгерской (карпатской) медью. Среди бесчисленных сухопутных дорог самыми важными для крупномасштабной торговли были те, которые связывали Любек с его рынками и источниками поставок: Нюрнберг–Магдебург–Люнебург–Любек, Франкфурт–ГанOVER–Геттинген; Гаммельн–Люнебург–Любек; Кельн–Мидлен–Дормунд; и ГанOVER–Гаммельн. Вдоль балтийского побережья функционировали маршруты Любек–Росток–Штеттин–Данциг и Любек–Гамбург–Бремен–Девентер–Неймеген–Антверпен–Брюгге (Доллингер, 2020. С. 264).

С XIII в. немецкая торговля начала проникать за пределы Северного моря, в Англию и Нидерланды. Купцы прибывали в основном из Любека, но также из Висбю, Росток, Штральзунда, Риги. В этот период купцы добивались

до Англии не напрямую из Балтики. Путь вокруг Ютландии был долгим и опасным, поэтому купцы добивались из Любека в Гамбург по перешейку, а дальше отплывали в Англию и Фландрию. Регулярные морские рейсы из Балтийского в Северное море появились лишь во второй половине XIII в. Транспортировку слитков по Северному морю в Англию маркируют находки слитков–“лепешек” к северу от о. Терсхеллинг, на северном и северо-восточном побережьях графства Кент и к северу от Бромхэма (№ 8, 6, 7, 5 по Своду соответственно).

Ганзейская сфера влияния распространялась на Пруссию с ее польскими, венгерскими и литовскими внутренними районами и на Ливонию. Если в начале XIV в. почти все товаропотоки шли через Эльблонг и Торн, то уже к середине XIV в. Эльблонг (главный прусский порт) был вытеснен Данцигом.

Во второй половине XIV в. Данциг вел почти $\frac{2}{3}$ внешней торговли Пруссии. Через Данциг направлялась растущая доля товарооборота по Висле, а также морской торговли Любека с Западом. Начиная с XIV в. купцы Торна наладили постоянные связи с Краковом, через который шла медь из Новы-Сонч, Гелница и Смольник. Большая часть товаров шла мимо Торна к Одере (Франкфурт-на-Одере) и Штеттину (Щецину) (Доллингер, 2020. С. 50, 271, 272).

Экспорт венгерской меди по маршруту Краков–Данциг по Висле становится наиболее важным в конце XIV в., когда шведская промышленность уже переживала трудности. Центральная Швеция играла существенную роль в добыче меди начиная с XIII в. Медь из Фалуна отправляли через порт Стокгольма в Любек, откуда она перенаправлялась, главным образом, во Фландрию. По маршруту Стокгольм–Любек в XIV в. ходило 20 судов, а в XV в. – уже около 30 (Доллингер, 2020. С. 275, 280).

В XVI в. изменились маршруты экспорта меди с территорий современной Словакии в Западную Европу. Во второй половине XVI в., чтобы избежать пошлин, взимаемых в Кракове, Гданьске и в проливе Саунд, начал приобретать все большее значение речной маршрут, ведущий вдоль Эльбы в Гамбург. Пример такого груза, датированного первой половиной XVII в., был найден на борту затонувшего судна,

обнаруженного на Эльбе в Виттенберге (№ 12, 22 по Своду).

В XVI в. медь в основном поступала в Любек, отсюда по суше, в обход Санде (Нижняя Саксония), в Гамбург. Часть меди перевозилась из Вроцлава в Лейпциг, часть — из Вроцлава через Познань в Гданьск. Торговля этим металлом была в основном в руках товарищества Турзонов (даже построена специальная так называемая дорога Турзона) и Фуггеров, а затем только Фуггеров (№ 8, по Своду). Фуггеры перевозили медь на собственные склады в Кракове и Вроцлаве с рудников Центральной Словакии, которые они контролировали (Molenda, 1989. S. 812).

Торговля массивными слитками в целом была очень прибыльной, но несла и определенные риски, связанные, в частности, с опасностями транспортировки по морю. Это подтверждают и археологические материалы: самые крупные скопления медных слитков выявлены на затонувших кораблях.

К настоящему времени мы располагаем информацией о 24 фактах обнаружения массивных слитков-“лепешек”. Этот материал представлен в виде Свода. Не все слитки датированы, но, принимая во внимание, что процесс их получения оставался неизменным в течение столетий, можно говорить о путях поступления этой категории сырья в целом для Средневековья.

Большинство находок сосредоточено на международных торговых маршрутах и маркирует основные направления перемещения медного сырья от горнорудных предприятий, расположенных в Западных Карпатах, Рудных горах и Восточных Альпах, к Северному и Балтийскому морям (рис. 4). Медные грузы затонувших кораблей можно рассматривать в качестве эталонных выборок при интерпретации Pb-Pb данных, полученных для различных типов слитков и готовых изделий.

СВОД СЛИТКОВ-“ЛЕПЕШЕК”/ REIßSCHEIBEN

1. *Ставангер (Stavanger), Норвегия.* Недатированный груз меди, случайно обнаруженный рыбаками у берегов Норвегии и в настоящее время хранящийся в Морском музее в Ставангере

(Oldeberg, 1966. P. 48. Fig. 28, 3; Ossowski, 2014. P. 247).

2. *Судно⁴ “Селюр 3” (Selør 3), южное побережье Норвегии.* Известно также как “Flisevraket” из-за находившихся на борту нескольких тысяч глазурованных керамических плиток, датированных 1480 и 1560 гг. Обнаружено дайверами в 1987 г. Раскопки не проводились. Затонувшее судно и его груз остаются на месте и охраняются Министерством окружающей среды Норвегии. Один слиток находится в норвежском Морском музее (Forshell, 1992. P. 76, 78–80, 91, 155, 158; Werson, 2015. P. 95).

3. *Клинкерное судно “Скафте” (Skaftö).* Построено в конце 1430 г. Затонуло около 1440–1443 гг. недалеко от берега, на глубине менее 10 м, в относительно защищенном проливе у о. Скафте, расположенного примерно в 70 км к северу от современного Гетеборга на западном побережье современной Швеции, которое в то время было частью Норвегии. В состав корабельного груза входили медные слитки “лепешки”, шпейс, упакованный в дубовые бочки, куски железа неправильной формы с различными добавками, дубовые доски и брусья, кирпичи, черепица, бочки с известью и смолой (Arbin et al., 2022).

4. *Харакер (Haraker), Швеция.* В 1906 г. в селении Харакер, расположенном на р. Свартон (Svartån) (часть важного транспортного пути от Фалуна до оз. Меларен) был обнаружен овальный слиток со скошенными бортами (Oldeberg, 1966. S. 48. Fig. 28, 33; Forshell, 1992. P. 76 (№ 528), 158. Fig. 11).

5. *К северу от Бромхэма (графство Уилтшир), Великобритания.* Три круглых массивных слитка общим весом более 40 кг были найдены в разное время в Бромхэме во время вспашки участка в районе рыночных садов. Место находки слитков находится недалеко от главного внутреннего торгового пути, проходящего с востока на запад через крупный промышленный центр Бристоль. Вероятная дата изготовления этих слитков — около 1500–1700 гг. (Bielicki, Tischendorf, 1991; Martínón-Torreset al., 2018. P. 42–44; Henry et al., 2019).

⁴ Названия всех кораблей — научные (условные), подлинные — не известны.

6, 7. *Великобритания*. По одному слитку-“лепешке” (9 и 19 кг) было обнаружено на двух кораблях конца XVI–XVII в., затонувших у северного и северо-восточного побережья графства Кент. Предполагается, что суда направлялись в Лондон. На большем слитке имеются клейма торговца и плавильщиков. Важной деталью является то, что маркированный слиток оказался менее чистым, чем немаркированный. Англия импортировала большую часть своей меди из Швеции или центральноевропейских рудников (Craddock et al., 2010).

8. *К северу от о. Терсхеллинг (Terschelling), случайные находки, Нидерланды*. С 1980 г. рыбаки поднимают овальные “лепешки” и прямоугольные кованые медные пластины с клеймами Аугсбургской купеческой семьи Фуггер (Werson, 2015. Fig. 46). Некоторые слитки выставлены в Национальном хранилище корабельной археологии в г. Лелистад и в Музее затонувших кораблей в Терсхеллинге. Дата кораблекрушения не известна. Возможно, это середина XVII в., (Werson, 2015. P. 89).

9. *Прибрежная (рифтовая) часть о. Гельголанд, Северное море, Германия*. Точное количество обнаруженных слитков неизвестно (историю находок см. Schulz, 1982. S. 365–368). На сегодняшний день обнаружено 291 кг необработанной меди. Часть находок остается на дне. Проанализировано 59 медных слитков (Schulz, 1982. Tab. 1, 2). Радиоуглеродная датировка на куске вкрапленного древесного угля дала дату между 1140 и 1340 г. Возможно, слитки были продукцией местных плавильных, затопленных во время шторма (Hänsel, Schulz, 1980. S. 11, 20; Werson, 2015. P. 84, 85).

10. *Остров Гельголанд*. Вблизи рудников обнаружены шлаковые отвалы и значительное количество медных круглых слитков (Горная энциклопедия, 1986. С. 24).

11. *Река Эльба, случайная находка, вблизи г. Вельд, Германия*. Материалы не опубликованы, так как слиток находится в частном владении. (Schulz, 1982; Werson, 2015. P. 85).

12. *Судно “Эльбеврак” (Elbewrack) (1622 г.), затонувшее на р. Эльба, Германия*. Медный груз состоял из немаркированных овальных слитков и прямоугольных слитков-“кирпичей”,

маркированных штампами и клеймами производителей и/или торговцев (Werson, 2015, P. 83. Fig. 43, 44).

13. *Судно “Треллеборг Коппервракет” (Trelleborg Koppervraket)*, затонувшее на глубине 42 м в шведских водах к югу от Треллеборга (Ossowski, 2014. P. 247; Werson, 2015. Fig. 47–49). Археологи осмотрели судно в 2009 г., после того как дайверы подняли предположительно около 10 т меди. Известно, что в состав груза входили большие круглые слитки до 1 м в диаметре. Исследования слитков и прочего груза не проводились. Место кораблекрушения в настоящее время охраняется шведским законом о памятниках. Сопутствующие находки и дендронализ древесины указывают на английское происхождение судна конца XVII – начала XVIII в. (Werson, 2015. P. 94).

14. *Грузовой клинкерный корабль “Менчгут 92” (Mönchgut 92), затонувший в Балтийском море у побережья Восточной Германии к юго-востоку от о. Рюген (совр. федеральная земля Мекленбург-Передняя Померания)*. Всего поднято 92 слитка округлой, овальной и неправильной форм. Изучено 66 медных слитков (Ossowski, 2014. P. 247; Werson, 2015. P. 11, 74–77. Tab. 3; Fiedler, 2016).

15. *Судно “Херингсдорф 58” (Heringsdorf 58), затонувшее в Балтийском море, Германия*. Восемь недатированных слитков переданы в департамент по культуре в Шверин, федеральная земля Мекленбург-Передняя Померания. Металлургический анализ слитков не проводился, зафиксированы только вес и размеры (Werson, 2015. P. 88. Fig. 50. 51).

16. *Готланд*. Овальный выпуклый слиток со скошенными краями обнаружен в селении Эскельхем (Forshell, 1992. P. 88, 89 (fig. 16), 91, 92, 158).

17. *Торговое судно “Медный корабль” (W-5), Гданьская бухта, Польша*. Корабль был построен около 1380 г., затонул у побережья Данцига (Гданьска) в 1408 г. в результате пожара (The Copper Ship..., 2014). С 1972 по 2012 г. поднято от 213 до 226 медных слитков, общий вес которых составляет ~1362 кг.

18. *Латвия*. Два овальных слитка XII в. весом 7 и 18 кг найдены в деревне Рауши на п-ове

Доле, расположенном на левом берегу р. Даугава на территории современной Латвии (Svarane, 1996).

19. *Россия*. В Новгороде два целых слитка XV в. обнаружены на раскопе наб. А. Невского, 18 (Гайдуков, Олейников, 2014) и более 35 фрагментов второй половины XI–XV в. – на других раскопах. Опубликованы находки Неревского и Троицкого VII раскопов (Коновалов, 2008. С. 57, 66, 91 (код 812), 92 (код 852); Ениосова и др., 2018).

20. *Браунфельс-Филиппштейн (Braunfels-Philippstein), федеральная земля Гессен, Германия*. В 2008 г. случайно обнаружено четыре предмета: целый слиток (11.6 кг), два половинных слитка (10.9 и 3.7 кг) и небольшой фрагмент (0.374 кг). Они находились в яме, которая, по мнению авторов публикации, могла быть производственной. Отмечено, что слитки изготовлены из местной руды (Schade-Lindig, 2009, 2012; Werson, 2015. P. 87).

21. *“Вецлар-Штайндорфский клад” (The Wetzelar-Steindorf hoard), земля Гессен, Германия*. Обнаружен в 1904 г., состоял из двух фрагментов слитков-“лепешек” (1.6 и 2 кг) и одного маркированного плосковыпуклого слитка (6.2 кг), находившихся на расстоянии 10 км друг от друга (Dehn, 1967; Werson, 2015. P. 87, 88. Fig. 45).

22. *Судно, затонувшее на р. Эльба вблизи г. Виттенберг, федеральная земля Саксония-Анхальт, Германия*. Обнаружено в 1970-х годах во время работ по углублению дна Эльбы. Раскопки не проводились. Было поднято около 8 т медных слитков, из которых 3.5 т проданы в металлолом (Werson, 2015. P. 85). Корабельный груз включал более 300 медных черновых слитков общим весом до 2200 кг, 1100 кг медных прутков и 900 кг кованных прямоугольных и круглых пластин. На овальных слитках стоит товарный знак семьи Аугсбургов, а на кованой пластине есть и клеймо Аугсбургов, и герб города Нойсоль (Neusohl, совр. Банска Быстрица). Два массивных овальных слитка и большой кованный пластинчатый слиток приобретены Британским музеем (North, 1985; Rehren, 1995; Craddock, Hook, 2012. P. 60. Fig. 6). Дендрохронологический спил на орудийном лафете, изготовленном из дуба, дал порубочную дату – 1588 г., а гибель судна по многочисленным монетам и печатям купцов относят к концу

1580 или началу 1590-х годов (Craddock, Hook, 2012. P. 60).

23. *Краков, Главная рыночная площадь, Польша*. При раскопках 2005–2007 гг. обнаружены целый округлый с неровными краями слиток диаметром 25 см и четверть слитка XIV в., отлитого в форму и имеющего характерную текстуру усадочной раковины (Garbacz-Klempka et al., 2012; Garbacz-Klempka, Rzakosz, 2014; Wardas-Lasoń, Garbacz-Klempka, 2016).

24. *Река Дунаец, Польша*. Случайная находка нескольких недатированных медных слитков. В настоящее время артефакты хранятся в Краковском археологическом музее, не опубликованы (North, 1985; Ossowski, 2014. P. 246).

Статья подготовлена в рамках выполнения темы НИР ИА РАН (№ НИОКТР 122011200265-6).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агрикола Г. О горном деле и металлургии в двенадцати книгах. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 600 с.
- Агрикола Г. О месторождениях и рудниках в старое и новое время. М.: Недра, 1972. 79 с.
- Бережков М.Н. О торговле Руси с Ганзой до конца XV века. СПб.: Тип. В. Безобразова и К., 1879. 267 с.
- Бессуднова М.Б. Превратность судьбы (Великий Новгород в системе русско-ливонских отношений конца XV века) // Новгородский исторический сборник. Вып. 13 (23) / Отв. ред. В.Л. Янин. Великий Новгород: Виконт, 2013. С. 171–184.
- Гайдуков П.Г., Олейников О.М. К вопросу об источниках сырья на новгородском рынке цветных металлов в XV веке // Новгород и Новгородская земля. История и археология. Вып. 28 / Отв. ред. В.Л. Янин. Великий Новгород, 2014. С. 263–266.
- Горная энциклопедия. Т. 2. М.: Сов. энциклопедия, 1986. 575 с.
- Грамоты Великого Новгорода и Пскова / Под ред. С.Н. Валка. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. 408 с.
- Дживелегов А.К. Торговля на Западе в средние века. СПб.: Брокгауз-Ефрон, 1904. 223 с.
- Доллингер Ф. Ганзейский союз. Торговая империя Средневековья от Лондона и Брюгге до Пскова и Новгорода. М.: Центрполиграф, 2020. 511 с.
- Ениосова Н.В., Сингх В.К., Степанов А.М. Сырьевые слитки новгородских ювелиров // Нескончаемое лето: сб. ст. в честь Елены Александровны Рыбиной / Отв. ред. В.К. Сингх. М.; Великий Новгород, 2018. С. 62–73.
- Казакова Н.А. Русско-ганзейский договор 1478 года // Новгородский исторический сборник. Вып. 10. Новгород, 1961. С. 217–226.

- Коновалов А.А. Цветной металл (медь и ее сплавы) в изделиях Новгорода X–XV вв. // Цветные и драгоценные металлы и их сплавы на территории Восточной Европы в эпоху Средневековья. М.: Вост. лит., 2008. С. 7–92.
- Рыбина Е.А. Торговля средневекового Новгорода: Историко-археологические очерки. Великий Новгород: Новгородский гос. ун-т, 2001. 389 с.
- Янин В.Л. Находка польского свинца в Новгороде // Советская археология. 1966. № 2. С. 324–328.
- Янин В.Л. Новгородские акты XII–XV вв. М.: Наука, 1991. 384 с.
- Arbin S., Skowronek T., Daly A., Brorsson T., Isaksson S., Seir T. Tracing Trade Routes: Examining the Cargo of the 15th-Century Skaftö Wreck // International Journal of nautical archeology. 2022. Vol. 51, iss. 1. P. 112–144.
- Bielicki K.H., Tischendorf G. Lead isotope and Pb-Pb model age determinations of ores from Central Europe and their metallogenetic interpretation // Contributions to Mineralogy and Petrology. 1991. Vol. 106. P. 440–461.
- Bruland K., Ranestad K., Olofsson S., Enget A., Thommesen H., Widmalm H., Hutchison R., Rydén G., Westberg Aas H., Smith K. Skandinavisk kobber. Lokale forhold og globale sammenhenger i det lange 1700-tallet. Oslo, 2020. 229 s. Craddock P., Hook D., Meeks N. Ingots from the shipwrecks for the British Museum Collection // Historical Metallurgy Society. 2010. Vol. 74. P. 4–5.
- Craddock P., Hook D. An economic history of the post-Medieval world in 50 ingots: the British Museum collection of ingots from dated wrecks // Technical Research Bulletin. 2012. Vol. 6. P. 55–68.
- Dehn W. Der Hortfund von Steindorf, Kreis Wetzlar // Fundberichte aus Hessen. Vol. 7. Bonn, 1967. S. 55–70.
- Dziekoński T. Metalurgia miedzi, ołowiu i srebra w Europie środkowej od XV do końca XVIII w. Wrocław; Warszawa; Kraków, 1963. 398 s.
- Fiedler K. Large clinker built cargo vessels from the late medieval period in Northern and Western Europe – The Mönchgut 92 wreck in context: Master thesis / University of Southern Denmark. Odense, 2016. 236 p.
- Forshell H. The inception of copper mining in Falun. Stockholm: The archaeological research laboratory Stockholm university, 1992. 190 p.
- Garbacz-Klempka A., Rządkosz S. Metallurgy of copper in the context of metallographic analysis of archeological materials excavated at the Market Square in Krakow // Archives of metallurgy and materials. 2009. Vol. 54. P. 281–288.
- Garbacz-Klempka A., Rządkosz S. Metallurgy in Middle Ages. Raw materials, tools and facilities in source materials and metallographic research // Zborník prednášok z medzinárodnej konferencie. Banskej Štiavnici, 2014. P. 99–107.
- Garbacz-Klempka A., Rządkosz S., Suliga I. The cargo of the Copper Ship in the light of metallurgical research // The Copper Ship. A medieval Shipwreck and its cargo. Gdańsk: National Maritime Museum in Gdańsk, 2014. P. 301–338.
- Garbacz-Klempka A., Wardas-Lasoń M., Rządkosz S. Miedź i ołów – zanieczyszczenia historyczne na Rynku Głównym w Krakowie // Archives of Foundry Engineering. Vol. 12. Kraków, 2012. S. 33–38.
- Halaga O.R. Košice-Balt. Výroba an obchod v styku východoslovenských miest s Pruskom 1275–1526. Část 1. Košice: Východoslovenské vydavateľstvo, 1975. 325 s.
- Hänsel B., Schulz H. Frühe Kupferverhütung auf Helgoland // Spektrum der Wissenschaft. 1980. Februar. S. 11–20.
- Henry R., Martínón-Torres M., Benzonell A. Two Reißscheiben copper ingots from Bromham // The Wiltshire archeological and natural history Magazine. 2019. P. 281–285.
- L'Héritier M., Téreygeol F. From copper to silver: Understanding the saigerprozess through experimental liquation and drying // Historical Metallurgy. 2010. Vol. 44, part 2. P. 136–152.
- Lynch M. Mining in World History. Globalities. Chicago: Chicago University Press, 2002. 350 p.
- Martinón-Torres M., Benzonelli A., Stos-Gale Z., Henry R. Argentiferous copper extraction and post-medieval metals trade: identification and origins of postmedieval Reißscheiben ingots found in Wiltshire, England // Historical Metallurgy. 2018. Vol. 52, part 1. P. 37–47.
- Molenda D. W sprawie badań huty miedzi w Mogile pod Krakowem w XV i XVI wieku // Przegląd Historyczny. 1975. T. 66, 3. S. 369–382.
- Molenda D. Eksploatacja rud miedzi i handel miedzią w Polsce w późnym średniowieczu i w początkach nowożytności (do 1795 r.) // Przegląd Historyczny. 1989. T. 80, 4. S. 801–814.
- Możejko B. Shipping and maritime trade in Gdańsk at the turn of the 14th century: the maritime and commercial background of the sinking of the Copper Ship in 1408 Żegluga i handel morski Gdańska na przełomie XIV i XV wieku. Morskie i handlowe tło katastrofy Miedziowca w 1408 roku // The Copper ship. A medieval shipwreck and its cargo. Gdańsk: Narodowe Muzeum Morskie, 2014. P. 57–76.
- North M. Early Modern Copper Trade and Transport. The Copper Finds of the Elbe // 5th International Congress of Maritime Museums (1984): Proceedings. Hamburg: Museum für Hamburgische Geschichte, 1985. P. 63–66.
- Oldeberg A. Metalltechnik under vikingatid och medeltid. Stockholm: Seelig, 1966. 296 s.
- Ossowski W. The Copper's Ship cargo // The Copper ship. A medieval shipwreck and its cargo. Gdańsk: Narodowe Muzeum Morskie, 2014. P. 241–301.

- Rehren T.* Kupfer von Tor zur Welt // Kissipenny und Manilla. Duisburg, 1995. S. 59–64.
- Rzadkosz S.* Odlewnictwo miedzi i jej stopów. Kraków: Akapit, 2013. 242 s.
- Schade-Lindig S.* Lahn-Dill-Kreis: Wertvoller Barrenhort des hohen Mittelalters oder der frühen Neuzeit: Kupferne Reißscheiben aus Braunfels Philippsstein // Hessen-Archäologie. 2008. Darmstadt, 2009. S. 132–137.
- Schade-Lindig S.* Ein Hort aus «Reißscheiben» bei Braunfels-Philippsstein (Lahn-Dill-Kreis). Ein spektakulärer Kupferbarrenfund aus dem Hessischen Eisenland // Denkmalpflege & Kulturgeschichte. 2012. Vol. 3. P. 7–14.
- Schejbal-Dereń K., Garbacz-Klempka A.* Działalność krakowskiej Wielkiej Wagi w kontekście badań metaloznawczych // Krzysztofory: zeszyty naukowe Muzeum Historycznego Miasta Krakowa. Krakow, 2010. S. 31–50.
- Schulte A.* Geschichte der Grossen Ravensburger Handelsgesellschaft 1380–1530. Bd. II. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt, 1923. 315 S.
- Schulz H.* Die Kupferverhüttung auf Helgoland im Mittelalter // Offa. Berichte und Mitteilungen zur Urgeschichte, Frühgeschichte und Mittelalterarchäologie. 1982. Band 38 (1981). S. 365–376.
- Svarane D.* Króšainú metāla darinūjumu izejmateriģli Latvijā 10–12. Gs. // Arheologija un Etnogrāfija. XVIII. Riga, 1996. S. 104–110.
- The Copper Ship. A medieval Shipwreck and its cargo / Ed. W. Ossowski. Gdańsk: National Maritime Museum, 2014. 442 p.
- Tylecote R.A.* A History of metallurgy. London: The Institute of Materials, 1992. 205 p.
- Wardas-Lasoń M., Garbacz-Klempka A.* Historical metallurgical activities and environment pollution at the substratum level of the Main Market Square in Krakow // Geocronometria. 2016. T. 43. P. 59–73.
- Werson J.H.* Metal Trade in the Baltic Sea: The Copper Ingots from Mönchgut 92: Master thesis. Esbjerg, 2015. 127 p.

REIßSCHEIBEN INGOTS AS MARKERS OF COPPER IMPORTS TO THE MARKET OF MEDIEVAL NOVGOROD

Oleg M. Oleynikov

Institute of Archaeology RAS, Moscow, Russia

E-mail: olejnikov1960@yandex.ru

During the Middle Ages, massive ingots were the standard type of copper raw material obtained from European mines and exported across the Baltic and North Seas over vast distances. In Russian literature, they are known as “flat cakes” and “loafs”, while in the foreign one they are referred to as Reißscheiben (torn out disk). The article provides information about 24 cases of finding massive ingots. Most of the finds are concentrated on international trade routes and mark the main directions of movement of copper raw materials from mining operations located in the Western Carpathians, Erzgebirge and Eastern Alps, to the North and Baltic Seas. Recording and mapping of Reißscheiben that were not subject to remelting, and, therefore, retained the primary “isotopic marks”, provide valuable information for identifying sources of metal and establishing the routes of importing metal raw materials to the territory of medieval Rus. Huge volumes of copper shipwreck cargoes can be considered as reference samples when interpreting Pb-Pb data obtained for both different types of ingots and finished products.

Keywords: raw material ingots, “flat cake” ingots, Reißscheiben, Hanseatic League, trade routes, copper sources, medieval Novgorod.

REFERENCES

- Agrikola G.*, 1962. O gornom dele i metallurgii v dvenadtsati knigakh [De re metallica libri XII]. Moscow: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR. 600 p.
- Agrikola G.*, 1972. O mestorozhdeniyakh i rudnikakh v staroe i novoe vremya [De veteribus et novis metallis libri II]. Moscow: Nedra. 79 p.
- Arbin S., Skowronek T., Daly A., Brorsson T., Isaksson S., Seir T.*, 2022. Tracing Trade Routes: Examining the Cargo of the 15th-Century Skaftö Wreck. *International Journal of nautical archaeology*, vol. 51, iss. 1, pp. 112–144.
- Berezhkov M.N.*, 1879. O torgovle Rusi s Ganzoy do kontsa XV veka [On the trade between Rus and the Hansa until the end of the 15th century AD]. St. Petersburg: Tipografiya V. Bezobrazova i K. 267 p.

- Bessudnova M.B., 2013. The vicissitudes of fate (Veliky Novgorod in the system of Russian-Livonian relations of the late 15th century AD). *Novgorodskiy istoricheskiy sbornik [Novgorod historical collection]*, 13 (23). V.L. Yanin, ed. Veliky Novgorod: Vikont, pp. 171–184. (In Russ.)
- Bielicki K.H., Tischendorf G., 1991. Lead isotope and Pb-Pb model age determinations of ores from Central Europe and their metallogenetic interpretation. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 106, pp. 440–461.
- Bruland K., Ranestad K., Olofsson S., Enget A., Thommessen H., Widmalm H., Hutchison R., Rydén G., Westberg Aas H., Smith K., 2020. Skandinavisk kobber. Lokale forhold og globale sammenhenger i det lange 1700-tallet. Oslo. 229 p.
- Craddock P., Hook D., 2012. An economic history of the post-Medieval world in 50 ingots: the British Museum collection of ingots from dated wrecks. *Technical Research Bulletin*, 6, pp. 55–68.
- Craddock P., Hook D., Meeks N., 2010. Ingots from the shipwrecks for the British Museum Collection. *Historical Metallurgy Society*, 74, pp. 4–5.
- Dehn W., 1967. Der Hortfund von Steindorf, Kreis Wetzelar. *Fundberichte aus Hessen*, 7. Bonn, pp. 55–70.
- Dollinger F., 2020. Ganzeyskiy soyuz. Torgovaya imperiya Srednevekov'ya ot Londona i Bryugge do Pskova i Novgoroda [Hanseatic League. Trade empire of the Middle Ages from London and Bruges to Pskov and Novgorod]. Moscow: Tsentrpoligraf. 511 p.
- Dzhivelegov A.K., 1904. Torgovlya na Zapade v srednie veka [Trade in the West during the Middle Ages]. St. Petersburg: Brokgauz-Efron. 223 p.
- Dziekoński T., 1963. Metalurgia miedzi, ołowiu i srebra w Europie środkowej od XV do końca XVIII w. Wrocław; Warszawa; Kraków. 398 p.
- Eniosova N.V., Singkh V.K., Stepanov A.M., 2018. Raw ingots of Novgorod jewellers. *Neskonchaemoe leto: sbornik statey v chest' Eleny Aleksandrovny Rybinoy [Endless summer: Collected articles in honour of Elena Aleksandrovna Rybina]*. V.K. Singkh, ed. Moscow; Veliky Novgorod, pp. 62–73. (In Russ.)
- Fiedler K., 2016. Large clinker built cargo vessels from the late medieval period in Northern and Western Europe – The Mönchgut 92 wreck in context: Master thesis. University of Southern Denmark. Odense. 236 p.
- Forshell H., 1992. The inception of copper mining in Falun. Stockholm: The archaeological research laboratory Stockholm university. 190 p.
- Garbacz-Klempka A., Rządkosz S., 2009. Metallurgy of copper in the context of metallographic analysis of archeological materials excavated at the Market Square in Krakow. *Archives of metallurgy and materials*, 54, pp. 281–288.
- Garbacz-Klempka A., Rządkosz S., 2014. Metallurgy in Middle Ages. Raw materials, tools and facilities in source materials and metallographic research. *Zborník prednášok z medzinárodnej konferencie. Banskej Štiavnici*, pp. 99–107.
- Garbacz-Klempka A., Rządkosz S., Suliga I., 2014. The cargo of the Copper Ship in the light of metallurgical research. *The Copper Ship. A medieval Shipwreck and its cargo*. Gdańsk: National Maritime Museum in Gdańsk, pp. 301–338.
- Garbacz-Klempka A., Wardas-Lasoń M., Rządkosz S., 2012. Miedź i ołów – zanieczyszczenia historyczne na Rynku Głównym w Krakowie. *Archives of Foundry Engineering*, 12. Kraków, pp. 33–38.
- Gaydukov P.G., Oleynikov O.M., 2014. On the sources of raw materials in the Novgorod market of non-ferrous metals in the 15th century AD. *Novgorod i Novgorodskaya zemlya. Istoriya i arkeologiya [Novgorod and the Novgorod land. History and archaeology]*, 28. V.L. Yanin, ed. Veliky Novgorod, pp. 263–266. (In Russ.)
- Gornaya entsiklopediya [Mining encyclopedia], 2. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya, 1986. 575 p.
- Gramoty Velikogo Novgoroda i Pskova [Manuscripts of Veliky Novgorod and Pskov]. S.N. Valk, ed. M.; Leningrad: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1949. 408 p.
- Halaga O.R., 1975. Košice-Balt. Výroba an obchod v styku východoslovenských miest s Pruskom 1275–1526, 1. Košice: Východoslovenské vydavateľstvo. 325 p.
- Hänsel B., Schulz H., 1980. Frühe Kupferverhütung auf Helgoland. *Spektrum der Wissenschaft*, Februar, pp. 11–20.
- Henry R., Martínón-Torres M., Benzonell A., 2019. Two Reißscheiben copper ingots from Bromham. *The Wiltshire archeological and natural history Magazine*, pp. 281–285.
- L'Héritier M., Téreygeol F., 2010. From copper to silver: Understanding the saigerprozess through experimental liquation and drying. *Historical Metallurgy*, vol. 44, part 2, pp. 136–152.
- Kazakova N.A., 1961. Russian-Hansean Treaty of 1478. *Novgorodskiy istoricheskiy sbornik [Novgorod historical collection]*, 10. Novgorod, pp. 217–226. (In Russ.)
- Konovalov A.A., 2008. Non-ferrous metal (copper and its alloys) in Novgorod products of the 10th–15th centuries AD. *Tsvetnye i dragotsennnye metally i ikh splyvy na territorii Vostochnoy Evropy v epokhu srednevekov'ya [Non-ferrous and precious metals and their alloys in Eastern Europe in the Middle Ages]*. Moscow: Vostochnaya literatura, pp. 7–92. (In Russ.)
- Lynch M., 2002. Mining in World History. Globalities. Chicago: Chicago University Press. 350 p.
- Martinón-Torres M., Benzonelli A., Stos-Gale Z., Henry R., 2018. Argentiferous copper extraction and post-medieval metals trade: identification and origins of postmedieval Reißscheiben ingots found in Wiltshire, England. *Historical Metallurgy*, vol. 52, part 1, pp. 37–47.

- Molenda D.*, 1975. W sprawie badań huty miedzi w Mogile pod Krakowem w XV i XVI wieku. *Przegląd Historyczny*, 66, 3, pp. 369–382.
- Molenda D.*, 1989. Eksploatacja rud miedzi i handel miedzią w Polsce w późnym średniowieczu i w początkach nowożytności (do 1795 r.). *Przegląd Historyczny*, 80, 4, pp. 801–814.
- Możejko B.*, 2014. Shipping and maritime trade in Gdańsk at the turn of the 14th century: the maritime and commercial background of the sinking of the Copper Ship in 1408. *Żegluga i handel morski Gdańska na przełomie XIV i XV wieku. Morskie i handlowe tło katastrofy Miedziowca w 1408 roku. The Copper ship. A medieval shipwreck and its cargo.* Gdańsk: Narodowe Muzeum Morskie, pp. 57–76.
- North M.*, 1985. Early Modern Copper Trade and Transport. The Copper Finds of the Elbe. *5th International Congress of Maritime Museums (1984): Proceedings.* Hamburg: Museum für Hamburgische Geschichte, pp. 63–66.
- Oldeberg A.*, 1966. Metallteknik under vikingatid och medeltid. Stockholm: Seelig. 296 p.
- Ossowski W.*, 2014. The Copper Ship cargo. *The Copper ship. A medieval shipwreck and its cargo.* Gdańsk: Narodowe Muzeum Morskie, pp. 241–301.
- Rehren T.*, 1995. Kupfer von Tor zur Welt. *Kissipenny und Manilla.* Duisburg, pp. 59–64.
- Rybina E.A.*, 2001. Torgovlya srednevekovogo Novgoroda: Istoriko-arkheologicheskie ocherki [Trade of medieval Novgorod: Historical and archaeological studies]. Velikiy Novgorod: Novgorodskiy gosudarstvennyy universitet. 389 p.
- Rzadkosz S.*, 2013. Odlewnictwo miedzi i jej stopów. Kraków: Akapit. 242 p.
- Schade-Lindig S.*, 2009. Lahn-Dill-Kreis: Wertvoller Barrenhort des hohen Mittelalters oder der frühen Neuzeit: Kupferne Reißscheiben aus Braunfels Philippstein. *Hessen-Archäologie*, 2008. Darmstadt, pp. 132–137.
- Schade-Lindig S.*, 2012. Ein Hort aus «Reißscheiben» bei Braunfels-Philippstein (Lahn-Dill-Kreis). Ein spektakulärer Kupferbarrenfund aus dem Hessischen Eisenland. *Denkmalpflege & Kulturgeschichte*, 3, pp. 7–14.
- Schejbal-Dereń K., Garbacz-Klempka A.*, 2010. Działalność krakowskiej Wielkiej Wagi w kontekście badań metaloznawczych. *Krzysztoforzy: zeszyty naukowe Muzeum Historycznego Miasta Krakowa.* Krakow, pp. 31–50.
- Schulte A.*, 1923. Geschichte der Grossen Ravensburger Handelsgesellschaft 1380–1530, II. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt. 315 p.
- Schulz H.*, 1982. Die Kupferverhüttung auf Helgoland im Mittelalter. *Offa. Berichte und Mitteilungen zur Urgeschichte, Frühgeschichte und Mittelalterarchäologie*, 38 (1981), pp. 365–376.
- Svarane D.*, 1996. Króšainu metāla darinūjumu izejmateriģli Latvijā 10–12. Gs. *Arheologija un Etnogrāfija*, XVIII. Riga, pp. 104–110.
- The Copper Ship. A medieval Shipwreck and its cargo. W. Ossowski, ed. Gdańsk: National Maritime Museum, 2014. 442 p.
- Tylecote R.A.*, 1992. A History of metallurgy. London: The Institute of Materials. 205 p.
- Wardas-Lasoń M., Garbacz-Klempka A.*, 2016. Historical metallurgical activities and environment pollution at the substratum level of the Main Market Square in Krakow. *Geocronometria*, 43, pp. 59–73.
- Werson J.H.*, 2015. Metal Trade in the Baltic Sea: The Copper Ingots from Mönchgut 92: Master thesis. Esbjerg. 127 p.
- Yanin V.L.*, 1966. A find of Polish lead in Novgorod. *Sovetskaya arkheologiya [Soviet archaeology]*, 2, pp. 324–328. (In Russ.)
- Yanin V.L.*, 1991. Novgorodskie akty XII–XV vv. [Novgorod records of the 12th–15th centuries AD]. Moscow: Nauka. 384 p.