

УДК 902/904 (902.2=902.03)

<https://doi.org/10.24852/2587-6112.2024.3.60.65>

ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ КРИЦЫ С НИКОЛЬСКОГО СЕЛИЩА¹

© 2024 г. В.А. Винничек, К.М. Винничек

В статье представлены результаты анализа железной крицы с Никольского селища, расположенного в Верхнем Посурье. Данная находка была сделана на площадке поселения, где также зафиксированы множественные находки железного шлака, обугленные кости домашних животных и кусочки мела. Авторы считают, что это – свидетельства местного железоплавильного производства. Спектральный анализ крицы показал в ее составе примеси молибдена, никеля и ванадия. Такие же элементы ранее были зафиксированы при проведении исследований новгородских железных изделий XII – XV вв. В Верхнее Посурье такие железные крицы, очевидно, поступали в качестве экспортных товаров. Однако в настоящее время установить локализацию региона их производства не представляется возможным, поскольку не имеется данных о подобных исследованиях железных криц и изделий с поселений Волжской Булгарии и Золотой Орды.

Ключевые слова: археология, железная крица, спектральный анализ, железоплавильное производство, Никольское селище, Верхнее Посурье, Золотая Орда, средневековье.

RESEARCH OF IRON BLOOM FROM NIKOLSKOYE SETTLEMENT²

V.A. Vinnichek, K.M. Vinnichek

The article presents the results of analysis of the iron bloom from the Nikolskoye settlement, located in the region of Upper Sura. This discovery was made at the settlement site, where multiple finds of iron slag, carbonized bones of domestic animals and pieces of chalk were also recorded. The authors believe that these are evidence of local iron smelting. Spectral analysis of the iron bloom showed admixtures of molybdenum, nickel and vanadium in its composition. The same elements were previously recorded during studies of Novgorod iron items of the 12th – 15th centuries. In the region of Upper Sura such iron blooms obviously came as export goods. However, at present it is not possible to establish of their production area, since there is no data on such studies of iron blooms and products from the settlements of Volga Bulgaria and the Golden Horde.

Keywords: archaeology, iron bloom, spectral analysis, iron smelting, Nikolskoye settlement, region of Upper Sura, Golden Horde, Middle Ages.

Никольское селище расположено на северной окраине с. Никольское Кузнецкого района Пензенской области. Открыто П.С. Рыковым в 1926 г. В 1965 г. обследование памятника проводилось экспедицией Пензенского краеведческого музея под руководством М.Р. Полесских (Полесских, 1970, с. 75, 77). В 2023 году на распаханной поверхности площадки Никольского селища (II тыс. до н. э., нач. XI – нач. XIII в., вторая половина XIII в. – 1364 г.) была найдена половинка дисковидной железной крицы, первоначальный диаметр которой составлял 150 мм и толщину – около 60 мм (рис. 1). Поскольку данная находка стандартизирована по форме, то такую

крицу, по-видимому, следует рассматривать как товарную. Крицы подобной формы уже фиксировались на этом поселенческом памятнике (Винничек, Винничек, 2023, с. 79, с. 14, рис. 4, 1–3), однако никакие аналитические исследования ранее с ними не проводились.

На площадке, на которой была обнаружена исследуемая крица, было собрано множество железных шлаков, обугленных костей животных и мелкие кусочки мела, что косвенно может свидетельствовать о местном железоплавильном производстве. Кости и известь, по мнению Ю.А. Семькина, использовались в рабочем пространстве горна в качестве флюса для образования легкоплавких соединений и

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РНФ, соглашение №22-28-20314 «Этногенез народов Западного Поволжья в эпоху средневековья».

² The work was supported by the RSF (РНФ) grant, agreement No. 22-28-20314 "Ethnic genesis of peoples of the Western Volga region in the Middle Ages".



Рис. 1. Железная крица. Никольское селище.

Fig. 1. Iron bloom. Nikolskoye settlement.

понижения температуры плавления (Семыкин, 2015, с. 36). Здесь же была обнаружена и медная монета XIV в., что позволяет отнести весь комплекс вышеуказанных находок к золотоордынскому времени функционирования поселения.

Подобная площадка со следами прокала площадью 1,2×0,9 м и находками на ней фрагментов железного шлака, большого количества костей животных, в т. ч. обгорелых, была обследована на Никольском селище в 1965 г. (Полесских, 1965, с. 50–53).

Аналогичные крицы фиксируются уже в середине I тыс. н. э. Так, например, они отмечены в погребении мастера-кузнеца № 1679 Тарасовского могильника в Удмуртии (II в. до н. э. – V в. н. э.) (Перевошиков, 2002, с. 35). Скопления железных криц диаметром 20–22 см и толщиной 5–6 см с IV Старокуйбышевского селища, которое датируется материалами в основном второй половины домонгольского периода, рассматриваются Р.М. Валеевым как «предназначенные для вывоза и реализации на рынке» (Валеев, 2007, с. 109). Кричное железо являлось важной статьёй экспорта и золотоордынского Джукетау (Набиуллин, 2003, с. 196). В Болгаре в слое XIV в. были найдены крицы диаметром до 14 см и весом до 2,5 кг, а также скопление разрубленных железных криц (Кокорина, Мадуров, 2001, с. 66).

По мнению М.М. Кавеева, обнаруженные в большом количестве в слое золотоордынского времени Болгарского городища желез-

ные крицы могут свидетельствовать об их товарном назначении (Кавеев, 2001, с. 58). По мнению В.П. Логинова и В.В. Бобровой, в Древней Руси полуфабрикаты из крицы представляли собой диски сферообразной формы диаметром 17–20 см и весом 1,7–2 кг (Логинов, Боброва, 2008, с. 12). По другим данным, товарная крица на Руси имела лепёшкообразную форму весом 3–6 кг при диаметре 14–16 см и высоте 5–6 см (Древняя Русь. Город, замок, село, 1985, с. 247, табл. 91, 9–11).

Два фрагмента крицы с Никольского селища были проанализированы в ЦЗЛ АО «ФНПЦ ПО «Старт» им. М.В. Проценко».

Измерения химического состава образцов выполнялись при помощи следующих аналитических методов инструментального анализа: лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия и инфракрасная спектроскопия.

Метод лазерно-искровой спектроскопии основан на испарении очень малого количества пробы при помощи маломощного импульсного лазера и получения таким образом плазмы. Часть излучения плазмы собирается и далее направляется в спектрограф (или в полихроматор), который разделяет спектр испускаемой плазмы на отдельные линии, характерные для элементов, входящих в состав анализируемой пробы. Далее детектор спектрометра регистрирует эмиссионный сигнал, а программное обеспечение спектрометра оцифровывает и выводит результаты анализа. При этом анализируется очень небольшая область пробы – точка размером не более 0,1 мм², и при прожиге лазерным импульсом испаряются микрограммы вещества. В связи с этим, для обеспечения достоверности измерения, лазерно-искровой эмиссионный анализ проводился на плоской металлической поверхности шлифа образца при условии удаления наносных почвенных загрязнений, частиц оксида железа и двуоксида кремния, а также отсутствия на исследуемой поверхности трещин и раковин. Измерение проводилось при помощи лазерного портативного спектрометра «ЛИС-02» (разработчик и изготовитель – НПП «Структурная Диагностика», г. Екатеринбург) методом серии из пяти последовательных прожигов на выбранной для анализа поверхности с последующим расчетом среднего значения по массовой доле каждого идентифицированного элемента. Контроль правильности результатов осуществлялся при помо-

щи Государственного Стандартного Образца УГ356 (стандартный образец состава стали легированной типа 3Х2МНФ), входящего в комплект поставки спектрометра «ЛИС-02», а также Государственного Стандартного Образца УГ63 (стандартный образец состава стали углеродистой типа 20кп).

Этот метод позволил выявить в составе крицы следующие значения массовых долей элементов.

Образец №1	Образец №2
Fe – 99,60%	Fe – 99,52%
Mo – 0,11%	Mo – 0,26%
Al – 0,08%	Al – 0,12%
C – 0,03%	C – 0,01%
Si – 0,05%	Si – 0,03%
Ni – 0,05%	Ni – 0,01%
V – 0,06%	V – 0,05%
Cu – 0,02%	Cu – 0,00%

Несомненный интерес представляет наличие в исследуемой крице таких элементов, как молибден, никель и ванадий, поскольку именно они фиксируются в качестве примесей в новгородских железных изделиях XII–XV вв. Как отмечал Б.А. Колчин, «часть указанных металлов, находящихся в руде с железом, в металлургическом горне восстанавливается одновременно с железом, переходит в крицу и в дальнейшем остается в его составе. Таким образом, устанавливая в железе наличие примесей того или иного металла или группы металлов, мы можем классифицировать железо по ареалам распространения этих примесей...» (Колчин, 1959, с. 15–16).

Анализируя железные изделия волжских болгар, А.В. Королёв и Т.А. Хлебникова также обратили внимание на присутствие в них никеля. На основании этого авторы сделали вывод о том, что болгарские металлурги использовали для производства стали привозные никелевые руды с Южного Урала, которые использовались в качестве легирующих добавок (Королёв, Хлебникова, 1960, с. 160). Однако, по мнению Ю.А. Семькина, «поскольку средневековым металлургам Волжской Булгарии, как и других территорий Восточной Европы, сложно было осознать значение таких легирующих добавок, как никель, для получения особых сортов стали, то, скорее всего, присутствие никеля в кузнечной продукции волжских болгар свидетельствует об использовании либо привозно-

го сырья для кузнечных поковок (товарных криц, полуфабрикатов, заготовок), либо сами эти изделия являлись импортной продукцией, изготовленной из металла, полученного из железных руд с включениями никеля. Но в том и в другом случаях химические анализы кузнечных изделий Волжской Булгарии свидетельствуют о торговых контактах населения Среднего Поволжья и Южного Урала уже в X–XI вв.» (Семькин, 2015, с. 7).

Определение массовой доли серы в крице с Никольского селища осуществлялось методом инфракрасной спектроскопии путем сжигания пробы в атмосфере кислорода и измерения содержания выделившегося газообразного диоксида серы методом инфракрасной абсорбции. Измерения были выполнены на анализаторе углерода и серы «Метавак CS-30». Перед выполнением измерений проба кричного железа была тщательно очищена от наносных примесей путем промывки в дистиллированной воде с последующим обдувом сжатым воздухом. Образец был измельчён до порошкообразного состояния при помощи гидравлического пресса. Из полученной таким образом лабораторной пробы при помощи метода квартования для измерения была отобрана средняя проба, которая далее сжигалась в анализаторе. Предварительная калибровка анализатора углерода и серы «Метавак CS-30» выполнялась при помощи Государственного Стандартного Образца У17-4 с массовой долей серы $w(S) = 0,137\%$.

Таким образом, в исследуемой крице была обнаружена сера, измеренное значение массовой доли которой составляет 0,13%.

Как известно, основным сырьем для черной металлургии Волжской Булгарии в Средневековье были болотные, озерные и луговые руды, что подтверждается наличием фосфора в анализах железных шлаков. А.В. Королёв и Т.А. Хлебникова обратили внимание на его заметное содержание (от 2 до 5%) и сделали предположение об использовании руд, содержащих повышенное количество фосфора (Королёв, Хлебникова, 1960, с. 159).

Чтобы определить содержание фосфора в крице с Никольского селища, был проведён химический анализ.

Ниже приводится текст, предоставленный Волковой Наталией Валентиновной, к.б.н.,

доцентом, заведующей кафедрой «Химия и методика обучения химии» ПГУ:

«Для проведения анализа содержания фосфора в образце кричного железа была взята навеска массой 0,3138 г и растворена в азотной кислоте (1:2) при нагревании.

Исследуемый образец содержит нерастворимые примеси, предположительно силикаты.

Предположение о силикатной природе подтверждается тем, что образцы массой $\approx 0,2$ г и $\approx 0,3$ г полностью растворяются в концентрированной соляной кислоте в присутствии фторида натрия.

Далее образец железа, растворившийся в азотной кислоте, подвергли анализу согласно ГОСТ 2604.4–87 («Чугун легированный. Методы определения фосфора»).

Фотометрический метод с применением восстановителя – аскорбиновой кислоты (пункт 2.3).

Калибровочный график для определения фосфора построен в соответствии с пунктом 2.4.

Благодарности:

Авторы выражают благодарность ведущему инженеру-химику ЦЗЛ Селиванову Владимиру Николаевичу за проведённые аналитические работы с образцами железной крицы и предоставленные результаты.

Авторы выражают благодарность Волковой Наталии Валентиновне, к.б.н., доценту, заведующей кафедрой «Химия и методика обучения химии» ПГУ за проведённый химический анализ образца кричного железа и предоставленный результат

Для получения адекватных результатов измерения эксперимент проводили с пробами, разбавленными в 5 и 50 раз. Для этого в колбы для анализа $V = 100$ мл отбирали 10 мл, 2 мл, 0,2 мл раствора.

Содержание фосфора в пробах железа составило 0,522%».

Таким образом, можно утверждать, что в качестве сырья для изготовления исследуемой крицы была использована именно т. н. луговая, озёрная или болотная руда, поскольку в горной каменной руде процент содержания фосфора значительно меньше и колеблется от 0,01 до 0,10%.

К сожалению, авторам не удалось найти в литературе каких-либо ещё сведений о составе железных шлаков, криц или изделий из Волжской Булгарии и Золотой Орды.

Думается, дальнейшие всесторонние лабораторные исследования позволят создать статистическую базу данных не только по находкам из Верхнего Посурья, но и других регионов.

ЛИТЕРАТУРА

Валеев Р.М. Торговля и торговые пути Среднего Поволжья и Приуралья в эпоху средневековья (IX – начало XV в.). Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 2007. 392 с.

Винничек В.А., Винничек К.М. Средневековые древности Никольского селища. Пенза: Институт регионального развития Пензенской области, 2023. 87 с.

Древняя Русь. Город, замок, село / Археология СССР. Т. 6 (20) / Отв. ред. Б.А. Рыбаков. М.: Наука, 1985. 431 с.

Кавеев М.М. Охранно-спасательные работы в 2000 году на Болгарском городище // Археологические открытия в Татарстане: 2000 год / Отв. ред. Ф.Ш. Хузин. Казань: Мастер Лайн, 2001. С. 58–60.

Кокорина Н.А., Мадуров Д.Ф. 2001. Исследование торгово-ремесленного квартала Болгара в 2000 году // Археологические открытия в Татарстане: 2000 год / Отв. ред. Ф.Ш. Хузин. Казань: Мастер Лайн, 2001. С. 64–67.

Колчин Б.А. Железообрабатывающее ремесло Новгорода Великого (продукция, технология) // МИА. № 65 / Труды Новгородской археологической экспедиции. Т. II / Под ред. А.В. Арциховского, Б.А. Колчина. М.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 7–120.

Королёв А.В., Хлебникова Т.А. К вопросу о чёрной металлургии у волжских болгар // Труды Куйбышевской археологической экспедиции. Т. 3 / МИА. № 80 / Отв. ред. А.П. Смирнов. М.: АН СССР. 1960. С. 159–168.

Кремерс Д., Радziemски Л. Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия. М.: Техносфера. 2009. 360 с.

Логонов В.П., Боброва В.В. Секреты кузнечного мастерства. Кузнечное дело и художественнаяковка. М.: Аделант, 2008. 95 с.

Набиуллин Н.Г. Новые материалы о хозяйственно-производственной деятельности, быте и культуре Джукетау // Из археологии Поволжья и Приуралья / Отв. ред. П.Н. Старостин. Казань: Институт истории АН РТ, 2003. С. 189–196.

Перевоицков С.Е. Железообрабатывающее производство населения Камско-Вятского междуречья в эпоху средневековья (технологический аспект) / МИКВАЭ. Т. 2. Ижевск: УдГУ, 2002. 175 с.

Полесских М.Р. Отчет об археологических исследованиях в Пензенской области за 1965 год // Архив ПГКМ. №/а 645/5. 1965.

Полесских М.Р. Археологические памятники Пензенской области. Путеводитель. Пенза: Приволж. кн. изд-во, 1970. 62 с.

Семькин Ю.А. Чёрная металлургия и кузнечное производство Волжской Булгарии в VIII – начале XIII вв. / Археология евразийских степей. Вып. 21. Казань: Отечество; Институт археологии им. А.Х. Халикова АН РТ, 2015. 228 с.

Информация об авторе:

Винничек Владимир Альбертович, кандидат исторических наук, директор Центра историко-культурного наследия ГАОУ ДПО Института регионального развития Пензенской области (г. Пенза, Россия); vinnichekvladimir@mail.ru

Винничек Карина Михайловна, кандидат исторических наук, заведующая отделом археологических исследований, ГБУК «Пензенский краеведческий музей» (г. Пенза, Россия); kire-karina@yandex.ru

REFERENCES

Valeev, R. M. 2007. *Torgovlya i torgovye puti Srednego Povolzh'ya i Priural'ya v epokhu srednevekov'ya (IX – nachalo XV vv.) (Trade and Trade Routes of the Middle Volga and Cis-Urals in the Middle Ages (9th – Early 15th cc.))*. Kazan: Kazan State University Publ. (in Russian).

Vinnichek, V. A., Vinnichek, K. M. 2023. *Srednevekovye drevnosti Nikol'skogo selishcha (Medieval antiquities of the Nikolskoye settlement)*. Penza: Institute of Regional Development of the Penza region (in Russian).

Rybakov, B. A. 1985. (ed.). *Drevniaia Rus'. Gorod, zamok, selo (Ancient Rus'. Town, Castle, Village)*. Series: Arkheologiiia SSSR (Archaeology of the USSR) 6(20). Moscow: "Nauka" Publ. (in Russian).

Kaveev, M. M. 2001. In Khuzin, F. Sh. (ed.). *Arkheologicheskie otkrytiia v Tatarstane: 2000 god (Archaeological Discoveries in Tatarstan: 2000)*. Kazan: "Master-Line" Publ., 58–60 (in Russian).

Kokorina, N. A., Madurov, D. F. 2001. In Khuzin, F. Sh. (ed.). *Arkheologicheskie otkrytiia v Tatarstane: 2000 god (Archaeological Discoveries in Tatarstan: 2000)*. Kazan: "Master-Line" Publ., 64–67 (in Russian).

Kolchin, B. A. 1959. In Artsikhovskii, A. V., Kolchin B. A. (eds.). *Materialy i issledovaniia po arkheologii (Materials and Studies in the Archaeology)* 65. *Trudy Novgorodskoi arkheologicheskoi ekspeditsii (Proceedings of Novgorod Archaeological Expedition)* II. Moscow: Academy of Sciences of the USSR, 7–120 (in Russian).

Korolev, A. V., Khlebnikova, T. A. 1960. In Smirnov, A. P. (ed.). *Trudy Kuybyshevskoi arkheologicheskoi ekspeditsii (Proceedings of the Kuybyshev Archaeological Expedition)* 3. Materialy i issledovaniia po arkheologii SSSR (Materials and Studies in the USSR Archaeology) 80. Moscow: Academy of Sciences of the USSR, 159–168 (in Russian).

Kremers D., Radziemski L. 2009 *Lazerno-iskrovaya emissionnaya spektrometriya (Laser-induced breakdown spectroscopy)*. Moscow: "Tekhnosfera" Publ. (in Russian).

Loginov, V. P., Bobrova, V. V. 2008. *Sekrety kuznechnogo masterstva. Kuznechnoe delo i khudozhestvennaya kovka (Secrets of blacksmithing. Blacksmithing and art forging)*. Moscow: "Adelant" Publ. (in Russian).

Nabiullin, N. G. 2003. In Starostin, P. N. (ed.). *Iz arkheologii Povolzh'ia i Priural'ia (From Archaeology of the Volga and Ural Region)*. Kazan: "RITs "Shkola" Publ., 189–196 (in Russian).

Perevoshchikov, S. E. 2002. *Zhelezoobrabatyvayushchee proizvodstvo naseleniya Kamsko-Vyatskogo mezhdurech'ia v epokhu srednevekov'ia (tekhnologicheskij aspekt) (Iron-Working Practiced by the Population of the Kama-Vyatka Interfluve in the Middle Ages (Technological Aspect))*. Series: Materialy i issledovaniia

Kamsko-Viatskoi arkheologicheskoi ekspeditsii (Proceedings and Research of the Kama-Vyatka Archaeological Expedition) 2. Izhevsk: Udmurt State University (in Russian).

Polesskih, M. R. 1965. *Otchet ob arkheologicheskikh issledovaniyakh v Penzenskoy oblasti za 1965 god* (Report on archaeological studies in the Penza region for 1965). Penza. Archive of the Penza Museum of Local Lore (in Russian).

Polesskih, M. R. 1970. *Arkheologicheskie pamiatniki Penzenskoi oblasti* (Archaeological Monuments of Penza Oblast). Penza: "Privolzhskoe knizhnoe izdatel'stvo" Publ. (in Russian).

Semykin, Yu. A. 2015. *Chernaya metallurgiya i kuznechnoe proizvodstvo Volzhskoy Bulgarii v VIII – nachale XIII vv.* (Ferrous metallurgy and blacksmithing of Volga Bulgaria in the 8th - early 13th centuries). Series: Arkheologiya Evraziiskikh stepei (Archaeology of Eurasian Steppes) 21. Kazan: "Otechestvo" Publ., Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Tatarstan Academy of Sciences (in Russian).

About the Author:

Vinnichek Vladimir Al. Candidate of Historical Sciences. Director of the Center of Historical and Cultural Heritage of the State Educational Institution of the Penza Region Institute of Regional Development. Popov Str., 40, Penza, 440049, Russian Federation; vinnichekvladimir@mail.ru

Vinnichek Karina M. Candidate of Historical Sciences. Head of the Department of Archaeological Researches of the Penza State Museum of Local Lore. Krasnaya Str., 73, Penza, 440026, Russian Federation; kire-karina@yandex.ru



Статья поступила в журнал 01.02.2024 г.
Статья принята к публикации 01.04.2024 г.
Авторы внесли равноценный вклад в работу