

Научная статья

УДК 902/904

DOI: 10.47438/2309-7078\_2024\_1\_110

# ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ И МЕТАЛЛООБРАБОТКА У СРЕДНЕДОНСКОГО НАСЕЛЕНИЯ СКИФСКОЙ ЭПОХИ

Александр Николаевич Меркулов<sup>1</sup>

Воронежский государственный педагогический университет<sup>1</sup>  
Воронеж, Россия

<sup>1</sup>Кандидат исторических наук, доцент кафедры истории России,  
ORCID ID: 0000-0002-9957-3065, тел.: (473) 255-06-67, e-mail: aleksandrmerkulov@mail.ru

**Аннотация.** Работа посвящена анализу одной из важнейших отраслей хозяйства среднедонского населения скифского времени – черной металлургии. В лесостепном Подонье известны производственные комплексы и орудия труда, задействованные в металлургическом цикле и металлообработке. Имеются находки бракованных изделий, отходов производства и заготовок различных вещей, что красноречиво свидетельствует о наличии местного металлургического и металлообрабатывающего производства. В результате проведенных исследований девяти железных предметов удалось выяснить, что изготавливались они из таких минералов, как гематит, магнетит и гётит. Плавка осуществлялась в сыродутных горнах. Полученное железо было низкоуглеродистым. Формирование изделий происходило при помощи кузнечнойковки. Вероятно, местные мастера были знакомы с такими приемами, как цементация и кузнечная сварка, но, в целом, технологии, применявшиеся в процессе производства, были несовершенны, что приводило к поломке железных изделий.

**Ключевые слова:** лесостепное Подонье, черная металлургия, скифское время, древние технологии производства, палеоэкономика.

**Для цитирования:** Меркулов А.Н. Черная металлургия и металлообработка у среднедонского населения скифской эпохи // Известия Воронежского государственного педагогического университета. 2024. № 1. С. 110–115. DOI: 10.47438/2309-7078\_2024\_1\_110.

## Введение

Начало железного века традиционно ассоциируется с качественным скачком в развитии черной металлургии. Известно, что первые изделия из железа появляются в лесостепном Подонье в конце эпохи бронзы [6, с. 17]. Но действительно значимую роль в хозяйстве местного населения данная отрасль стала играть в скифское время. Об этом говорит целая серия источников, включающая в себя разнообразные изделия из железа, находки специализированных орудий труда и сооружений, используемых при производстве или обработке этого металла. Богатый комплекс вещей из железа в свое время позволил Б.Н. Гракову высказать предположение о том, что исследуемый регион представлял собой самостоятельную область черной металлургии, базой для которой мог выступать Липецкий рудный бассейн [2, с. 9]. Однако, несмотря на имеющийся широкий спектр источников, это направление палеоэкономики среднедонского населения скифского времени

до сих пор остаётся малоизученным. В данной работе мы попытались обобщить информацию об имеющихся свидетельствах черной металлургии и обработки железа у скифоидных племен донской лесостепи и реконструировать некоторые технологии производственного цикла, использовавшиеся в этих отраслях хозяйства.

## Результаты

Прежде чем приступить к характеристике черной металлургии и обработки железа у среднедонского населения лесостепного Подонья, необходимо убедиться в том, что анализируемые изделия были или могли быть произведены именно местными жителями, а не попали сюда каким-либо иным путем. О наличии местного производства железа и изделий из него красноречиво говорят находки в культурных слоях поселений и городищ отходов производства, производственного брака или заготовок различных вещей. Так, бракованный вток копья или дротика

обнаружен на Кировском городище. На городище Волошино I встречено десять кусков железного шлака и четырехгранный прут из железа. Ещё находки железных шлаков известны на городищах у с. Русская Тростянка, Пекшево, Семилуки. Небольшой кусочек железной крицы найден на поселении 2 у хутора Титчиха [10, с. 146-147].

В качестве сырья для выплавки железа использовались такие минералы как магнетит ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), гематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) и гётит ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ). Этот вывод основан на результатах рентгеноструктурного анализа крицы с поселения 2 у хут. Титчиха и фрагмента меча из курганного некрополя у хутора Дубовой (к. 16). В первом случае были обнаружены включения гематита, а во втором – магнетита и гётита. Важно, что дробленные и целые конкреции гематита нередко встречались и во время раскопок названного выше поселения, также на нем был найден и один фрагмент гётита. Комплекс этих находок является значимым подтверждением того, что выплавка металла осуществлялась именно на территории данного поселка. Также нельзя исключать, что для получения железа использовалась и иная руда с высоким содержанием этого элемента. В качестве таковой, к примеру, можно назвать лимонит или сидерит.

Прежде чем руда помещалась в горн, она подвергалась обогащению – рудные конкреции дробили и измельчали. Для этого применялись каменные песты и плиты. Такие орудия найдены на городищах Пекшево, Семилуки, Устье и Мостище [4, 5, 8, 11]. Некоторая руда требовала дополнительной подготовки. К примеру, болотный бурый железняк содержит большое количество воды и органики. Для их удаления перед тем, как приступить к его размельчению, бурый железняк подвергался термической обработке на костре [17, с. 115].

Плавка железа происходила в сыродутных горнах. На скифоидных памятниках донской лесостепи остатки такого производственного комплекса были обнаружены пока что только на городище Пекшево. Остатки горна представляли собой скопление пережжённой глины овальной формы размерами 0,45 x 0,55 м. В нём обнаружены железные шлаки и обломки его глиняных стенок, на одной из которых имелось отверстие под сопло. Неподалеку от горна находилось большое кострище, в котором могли выжигать древесный уголь, использовавшийся в качестве топлива в процессе восстановления железа [9, с. 101]. Кроме того, фрагмент задвижки горна с отверстием для сопла был найден на городище Большое Сторожевое [14, с. 69].

Специалисты считают, что производительность горнов такого типа была невысокой, со шлаками отбрасывалось от 27 до 60 % железа, а выходящий из него продукт являлся низкоуглеродистым (содержание углерода порядка 0,2 %) [17, с. 115]. Низкое содержание углерода наводит на мысль, что для упрочнения железных изделий должна была применяться их цементация, но для окончательных выводов нужен анализ более серьезной выборки. Пока же в нашем распоряжении результаты исследования всего 13 предметов, девять из которых получены в рамках подготовки данной работы (табл. 1). В этой выборке технология цементации была зафиксирована лишь

на пете дротика из курганного могильника у с. Мастюгино (к. № 29/21) [14, с. 269]. Несколько более высокое содержание углерода, по сравнению с другими исследованными изделиями, зафиксировано в ноже из могильника у хут. Дубовой (к. 15) и в обломке пилы с поселения № 2 у хут. Титчиха (табл. 1). Но в целом нельзя исключать и непреднамеренный характер такого явления, поскольку доля весового углерода увеличена в них незначительно. Отметим, что среди рассматриваемых нами вещей не найдено ни единого экземпляра, который подвергался дополнительной термической обработке – закалке или отпуску. Неизвестны они и в других регионах днепродонской лесостепи. По мнению Б.А. Шрамко, это говорит о том, что техника обработки черных металлов развивалась здесь самостоятельно, без применения античного опыта и технологий [19].

Цементация железа могла происходить в керамических тиглях. Они отличались от обычных сосудов значительно более толстыми стенками. В тигель засыпался древесный уголь, в который помещалось железное изделие. Затем на продолжительное время его ставили в печь и поддерживали в ней высокую температуру [17, с. 116]. Поверхность изделия насыщалась углеродом, что увеличивало его твердость и прочность. Фрагмент тигля встречен на Пекшевском городище, а на городище Семилуки на территории комплекса хозяйственно-производственных сооружений, интерпретированных как кузница, в одном из них найден целый тигель [13, с. 56]. На стенках этого объекта фиксировались следы воздействия высоких температур. При этом в его заполнении не найдено ни одного шлака, что могло бы свидетельствовать об его использовании в качестве горна. Таким образом стоит предположить, что данная конструкция могла служить в качестве кузнечной печи, в которой в том числе происходила и цементация железа. Аналогичные сооружения открыты и на других памятниках лесостепной Скифии [12; 19, с. 17].

Изготавливались железные изделия при помощиковки, для чего использовались каменные молотки и молоточки, а также разных размеров каменные наковальни. Вес кузнечных молотов был различен. На городище Пекшево масса этих орудий менялась в пределах от 695 до 855 г. Молоточки же, очевидно, использовались для более тонкой работы, возможно их применяли не только при ковке металла, но и в ювелирном производстве. Соответственно, они имели существенно меньшие размеры.

В качестве молотов могли использовать и железные топоры с массивным обухом. У многих из них на обухе встречается хорошо различимый наклеп [3, с. 30; 16, с. 61-62]. В нашем регионе такие орудия обнаружены в могильнике Частые курганы (к. 7) и на городище Семилуки [7, с. 122]. Другие топоры могли применяться в качестве кузнечных зубил – ими, вероятно, рубили горячий металл. К таковым обычно относят орудия с узким лезвием, но широким с лицевой стороны обухом [14, с. 74; 16, с. 61-62]. Обухи этих изделий также нередко сильно расклепаны, но поскольку они достаточно узкие, то очевидно, что удар наносили не ими, а по ним. Орудия этого типа

найжены на Кировском городище, поселении у с. Репенки и неподалеку от городища у с. Губарево [14, с. 123]. Рубка же холодного металла осуществлялась при помощи слесарных зубил. Такая находка встречена на Пекшевском городище [10, с. 59]. Аналогичные орудия известны на Каменском, Бельском и Люботинском городищах [1, с. 125; 18, с. 105; 19, с. 48].

Окончательная обработка и заточка изделий из железа проводилась при помощи каменных и керамических абразивов. Этот тип орудий встречается достаточно часто. Сейчас найдено порядка сотни таких инструментов. Они происходят с городищ Мостище, Семилуки, Пекшево, Россошки, Русская Тростянка, а также из могильника Частые курганы (к. 3, 7, 10).

Таблица 1 – Содержание углерода в железных предметах лесостепного Подонья

| № п/п | Наименование предмета | Место обнаружения           | С весовой в % |
|-------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1     | фрагмент меча         | КМ у хут. Дубовой, к. 16    | 0,163         |
| 2     | нож                   | КМ у хут. Дубовой, к. 15    | 0,418         |
| 3     | нож                   | Пос. 2 у хут. Титчиха       | 0,182         |
| 4     | нож                   | Городище Большое Сторожевое | 0,194         |
| 5     | нож                   | Городище Большое Сторожевое | 0,207         |
| 6     | пила                  | Пос. 2 у хут. Титчиха       | 0,308         |
| 7     | зубильце              | Пос. 2 у хут. Титчиха       | 0,206         |
| 8     | крица                 | Пос. 2 у хут. Титчиха       | 0,150         |
| 9     | шило                  | Городище Устье              | 0,245         |

Проанализированные изделия по химическому составу относятся к низкоуглеродистым сталям, поскольку в семи из девяти случаев содержание углерода составило от 0,15 до 0,25 %. Лишь в двух случаях этот показатель был превышен (табл. 1). Помимо углерода в исследованных образцах зафиксировано наличие кремния (0,28–0,94 %) и марганца (в среднем 0,3 %), а также кислорода и оксида железа.

В результате макроанализа структуры образцов в них было выявлено наличие рудных включений. Их размеры варьировались от мелких (0,3–0,5 мм) до крупных (2–5 мм) (рис. 1, 1, 2). Анализ рудных включений на дифрактометре показал, что это гётит, магнетит и гематит. Эти минералы присутствовали в крице. Их наличие там связано с неполным восстановлением железа из исходной руды. Ранее рудные включения были найдены в пере дротика и крюка из курганного могильника у с. Мастюгино (к. 29/21, 11/16) [15, с. 270].

Результаты нашего исследования и ранее проведенных работ [15, с. 269] показали, что изделия изготавливались из недостаточно прокованной крицы. Об этом свидетельствуют наличие несплошностей вытянутой формы, размеры которых составляют от десятых долей миллиметра до 5 мм. На их внутренних поверхностях фиксируется присутствие оксидов железа.

Микроструктура анализируемых изделий характеризуется наличием у поверхности мелкозернистого слоя со следами пластической деформации, а в сердцевине – более крупного зерна (рис. 1, 3, 4). Образцы же с небольшим сечением отличаются мелкозернистой однородной структурой (рис. 1, 5). Это говорит о том, что тонкие изделия небольших размеров подвергались хорошей проковке, а более массивные экземпляры проковывались значительно хуже.

Обнаруженные абразивы имели широкое применение и использовались не только для обработки черного металла, но и цветного, а также костяных изделий и изделий из камня.

Чтобы определить технологические приемы, использовавшиеся среднедонскими кузнецами, был проведен анализ девяти находок, обнаруженных на поселенческих и в погребальных памятниках (табл. 1). Изучались вещи различного назначения: ножи, пила, зубильце, шило, фрагмент меча, кусок крицы. Анализ металла проводился на кафедре технологии сварочного производства и диагностики Воронежского государственного технического университета доктором технических наук В.Ф. Селивановым.

Исследование микротвёрдости, ввиду сильной коррозии анализируемых образцов, удалось провести лишь на ноже с городища Большое Сторожевое. Оно продемонстрировало наличие упрочнённого слоя на поверхности изделия, который имеет твёрдость в среднем на 15–20 % выше, чем сердцевина (рис. 1, 6). Это вполне сопоставимо с данными, полученными при анализе микроструктуры изделий, который выявил наличие мелкозернистого текстурированного поверхностного слоя. Такая микрокартина вполне характерна для изделий, которые формировались в процессековки.

Технология кузнечной сварки – еще один прием, которым, очевидно, владели среднедонские мастера. В курганном могильнике Русская Тростянка найден витой стержень (к. 3), состоящий из нескольких сваренных между собой металлических частей различной структуры. Сломался стержень как раз в месте плохой сварки. В этом же некрополе, но в кургане № 8, встречен железный дротик, изготовленный также при помощи кузнечной сварки [15, с. 270].

#### Выводы

В результате проведенных исследований выяснено, что для изготовления изделий из железа в лесостепном Подонье использовалась рудная крица на основе геттита, магнетита и гематита. Именно эти минералы были зафиксированы при исследовании железных изделий, а также обнаружены при раскопках некоторых поселенческих памятников. При этом нельзя исключать и тот факт, что для восстановления железа могли использоваться и иные минералы, например, такие, как лимонит и сидерит. Полученное после выплавки железо было низкоуглеродистым и требовало упрочнения. Такое упрочнение изделий из железа могло быть достигнуто путем его насыщения углеродом – цементации. Но этот прием

достоверно зафиксирован пока что лишь на одном изделии, происходящим с данной территории. На наш взгляд, тому есть некоторые объяснения. Причиной таких результатов может являться глубокая коррозия, уничтожившая поверхностный слой изучаемых изделий. Ей подверглось абсолютное большинство анализируемых образцов. Помимо технологии цементации железа зафиксировано несколько случаев применения кузнечной сварки.

В целом же, технологии, применяемые при изготовлении изделий из железа, были несовершенными. Об этом позволяют судить нередко встречающиеся дефекты макроструктуры и рудные включения. Такая неоднородность материала делала изделия более

ломкими. Видимо, не в совершенстве была освоена и технология кузнечной сварки, поскольку рассматриваемый металлический прут сломался как раз в месте сварного шва.

**Конфликт интересов**

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источник финансирования**

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-78-10087, <https://rscf.ru/project/23-78-10087/>

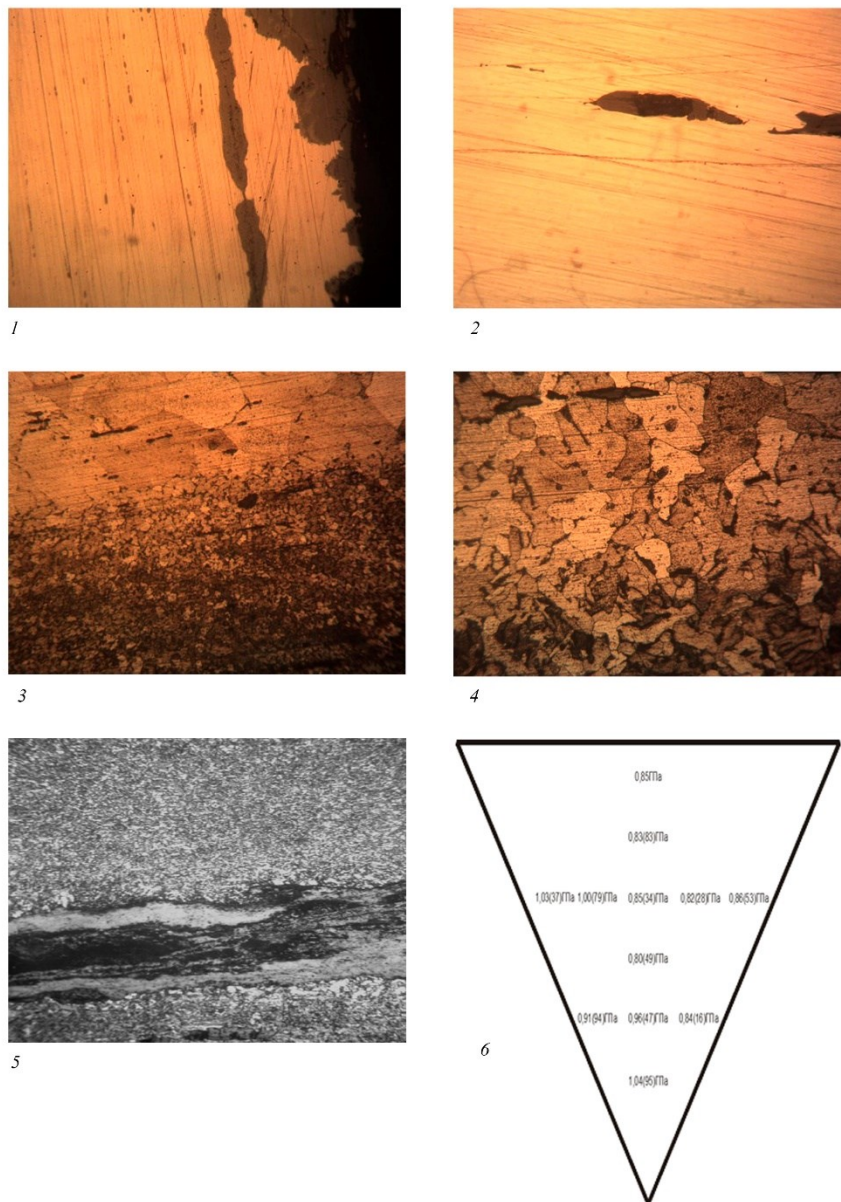


Рис. 1. Микроструктура железных изделий

1, 2 – вид включений (x100); 3 – 5 – вид зерна (x100); 6 – результаты измерений микротвердости (1, 3 – нож, пос. 2 у хут. Титчиха; 2, 4 – фрагмент меча, Дубовой, кург. 16; 5 – шило, городище у с. Устье; 6 – нож, городище Большое Сторожевое)

## Библиографический список

1. Граков Б.Н. Каменское городище // *Материалы и исследования по археологии СССР*. 1954. № 36. 238 с.
2. Граков Б.Н. Старейшие находки железных вещей в Европейской части территории СССР // *Советская археология*. 1958. № 4. С. 3–9.
3. Замятнин С.Н. Скифский могильник Частые Курганы под Воронежем // *Советская археология*. 1946. Вып. VIII. С. 9–50.
4. Килейников В.В. Функциональный анализ каменных, костяных и керамических орудий труда Мостищенского городища // *Мостищенский комплекс древних памятников (эпоха бронзы – ранний железный век)*. Воронеж : ВГПУ, 2001. С. 179–190.
5. Килейников В.В. Функциональный анализ каменных орудий труда с Семилукского городища // *Верхнедонской археологический сборник / отв. ред. А.Н. Бессуднов*. Липецк : Успех-Инфо, 2001. С. 28–35.
6. Медведев А.П. Ранний железный век лесостепного Подонья. Археология и этнокультурная история I тысячелетия до н.э. М. : Наука, 1999. 160 с.
7. Меркулов А.Н. Железные проушные топоры среднедонской культуры скифского времени // *Известия Воронежского государственного педагогического университета*. 2014. № 3 (264). С. 121–123.
8. Меркулов А.Н. Функциональное назначение каменных и костяных орудий труда с городища скифского времени у с. Пекшево // *Вестник Воронежского государственного университета*. Серия: История, политология, социология. 2015. № 4. С. 64–72.
9. Меркулов А.Н. Хозяйственно-производственные комплексы среднедонского населения скифского времени // *Краткие сообщения института археологии*. 2016. Вып. 242. С. 96–112.
10. Меркулов А.Н. История хозяйства населения лесостепного Подонья в скифское время : VI – начало III вв. до н.э. : дис. ... канд. ист. наук. Воронеж, 2018. 263 с.
11. Меркулов А.Н., Родионов А.М. Городище скифского времени у с. Устье на Верхнем Дону (исследования 2014 г.) // *Известия Воронежского государственного педагогического университета*. 2015. № 3 (268). С. 80–83.
12. Моруженко А.А. К вопросу о памятниках раннего железного века в бассейне р. Ворсклы // *Советская археология*. 1988. №1. С. 33–51.
13. Пряхин А.Д., Разуваев Ю.Д. Семилукское городище позднескифского времени на р. Дон (основные результаты раскопок 1984–1993 гг.) // *Археологические памятники Среднего Поочья / отв. ред. В.П. Челяпов*. Рязань : НПЦ по охране и использованию памятников истории и культуры Рязанской обл., 1995. С. 43–68.
14. Пузикова А.И. Поселения Среднего Дона // *Материалы и исследования по археологии СССР*. 1969. № 151. С. 41–95.
15. Пузикова А.И. Культура оседлых племён правобережья Среднего Дона : дис. ... канд. ист. наук. М., 1971. 338 с.
16. Шрамко Б.А. Орудия труда скифской эпохи для обработки железа // *Советская археология*. 1969. № 3. С. 53–70.
17. Шрамко Б.А. Бельское городище скифской эпохи (город Гелон). Киев : Наукова Думка, 1987. 182 с.
18. Шрамко Б.А. Люботинское городище // *Люботинское городище*. Харьков : Регион-информ, 1998. С. 9–131.
19. Шрамко Б.А., Солнцев Л.А., Фомин Л.Д. Техника обработки железа в лесостепной и степной Скифии // *Советская археология*. 1963. № 4. С. 36–57.

## References

1. Grakov, B.N. (1954) Kamenskoe gorodishche [Kamenskoe hillfort]. *Materialyi issledovaniya po arkheologii SSSR*. (36). 238 p. (In Russian)
2. Grakov, B.N. (1958) Stareishie nakhodki zheleznykh veshchei v Evropeiskoi chasti territorii SSSR [The oldest finds of iron objects in the European part of the USSR]. *Sovetskaya arkheologiya*. (4), 3–9. (In Russian)
3. Zamyatnin, S.N. (1946) Skifskii mogil'nik Chastye Kurgany pod Voronezhem [Scythian burial ground Chastye mounds near Voronezh]. *Sovetskaya arkheologiya*, (VIII), 9–50. (In Russian)
4. Kileinikov, V.V. (2001) Funktsional'nyi analiz kamennykh, kostyanykh i keramicheskikh orudii truda Mostishchenskogo gorodishcha [Functional analysis of stone, bone and ceramic tools from the Mostishchenskogo hillfort]. In: A. T. Sinyuk, V. D. Berezuckii (eds.) *Mostishchenskii kompleks drevnikh pamyatnikov (epokha bronzy – rannii zheleznyivek)*. Voronezh, VGPU, pp. 179–190. (In Russian)
5. Kileinikov, V.V. (2001) Funktsional'nyi analiz kamennykh orudii truda s Semiluk'skogo gorodishcha [Functional analysis of stone tools from the Semiluk settlement]. In: A.N. Bessudnov (ed.). *Verkhnedonskoi arkheologicheskii sbornik*. Lipetsk, Uspek-Info publ, pp. 28–35. (In Russian)
6. Medvedev, A.P. (1999) *Rannii zheleznyi vek lesostepnogo Podon'ya. Arkheologiya i etnokul'turnaya istoriya I tysyacheletiya do n.e.* [Early Iron Age of the forest-steppe Don region. Archeology and ethnocultural history of the 1st millennium BC]. Moscow, Nauka publ. 160 p. (In Russian)
7. Merkulov, A.N. (2014) Zheleznye proushnye topory srednedonskoi kul'tury skifskogo vremeni [The iron axes of the Scythian period Middle Don culture]. *Izvestiya Voronezhskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 3 (264), 121–123. (In Russian)

8. Merkulov, A.N. (2015) Funktsional'noe naznachenie kamennykh i kostyanykh orudii truda s gorodishcha skifskogo remeni u s. Pekshevo [Functional purpose of stone and bone tools from a Scythian settlement near the village Pekshevo]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Istoriya, politologiya, sotsiologiya.* (4), 64–72. (In Russian)
9. Merkulov, A.N. (2016) Khozyaistvenno-proizvodstvennyye komplekсы srednedonskogo naseleniya skifskogo vremeni [Household Production Constructions of the Middle Don Population from the Scythian Period]. *Kratkie soobshcheniya institute arkheologii.* (242), 96–112. (In Russian)
10. Merkulov, A.N. (2018) *Istoriya khozyaistva naseleniya lesostepnogo Podon'ya v skifskoe vremya : VI – nachalo III vv. do n.e.* Diss. kand. ist. nauk. [History of the economy of the population of the forest-steppe Don region in Scythian times: VI – early III centuries BC. Cand. histor. sci. diss.]. Voronezh, Voronezh State University. 263 p. (In Russian)
11. Merkulov, A.N., Rodionov, A.M. (2015) Gorodishche skifskogo vremeni u s. Ust'e na Verkhnem Donu (issledovaniya 2014 g.) [Scythian fortified-settlement observation near Ust'e village on the Upper Don (in 2014)]. *Izvestiya Voronezhskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta.* 3 (268), 80–83. (In Russian)
12. Moruzhenko, A.A. (1988) K voprosu o pamyatnikakh rannego zheleznoogo veka v basseine r. Vorskly [On the issue of early Iron Age monuments in the river basin. Vorskla]. *Sovetskaya arkheologiya.* (1), 33–51. (In Russian)
13. Pryakhin, A.D., Razuvaev, Yu.D. (1995) Semilukskoe gorodishche pozdneskifskogo vremeni na r. Don (osnovnye rezul'taty raskopok 1984–1993 gg.) [Semilukskoe settlement of the late Scythian period on the river Don (main results of excavations 1984-1993)]. In: V.P. Chelyapov (ed.) *Arkheologicheskie pamyatniki Srednego Pooch'ya. Ryazan', NPTs po okhrane i ispol'zovaniyu pamyatnikov istorii i kul'tury Ryazanskoj obl.,* pp. 43–68. (In Russian)
14. Puzikova, A.I. (1969) Poseleniya Srednego Dona [Settlement of the Middle Don]. *Materialy i issledovaniya po arkheologii SSSR.* (151), 41–95. (In Russian)
15. Puzikova, A.I. (1971) Kul'tura osedlykh plemen pravoberezh'ya Srednego Dona [Culture of settled tribes on the right bank of the Middle Don. Cand. histor. sci. diss.]. Moscow, Institute of Archeology of academy science of USSR. 338 p. (In Russian)
16. Shramko, B.A. (1969) Orudiya truda skifskoi epokhi dlya obrabotki zheleza [Scythian era tools for iron processing]. *Sovetskaya arkheologiya.* (3), 53–70. (In Russian)
17. Shramko, B.A. (1987) *Bel'skoe gorodishche skifskoi epokhi (gorod Gelon)* [Bel'skoe hillfort of the Scythian era (city of Gelon)]. Kiev, Naukova Dumka. 182 p. (In Russian)
18. Shramko, B.A. (1998) Lyubotinskoe gorodishche [Lyubotinskoe hillfort]. In: B.A. Shramko (ed.) *Lyubotinskoe gorodishche.* Khar'kov, Region-inform publ., pp. 9–131. (In Russian)
19. Shramko, B.A., Solntsev, L.A., Fomin, L.D. (1963) Tekhnika obrabotki zheleza v lesostepnoi i stepnoi Skifii [Iron processing technology in forest-steppe and steppe Scythia]. *Sovetskaya arkheologiya.* (4), 36–57. (In Russian)

Поступила в редакцию 29.01.2024

Подписана в печать 28.03.2024

Original article

UDC 902/904

DOI: 10.47438/2309-7078\_2024\_1\_110

#### FERROUS METALLURGY AND METAL PROCESSING OF THE MIDDLE DON POPULATIONS OF THE SCYTHIAN ERA

Aleksandr N. Merkulov<sup>1</sup>Voronezh State Pedagogical University<sup>1</sup>  
Voronezh, Russia

<sup>1</sup>Cand. Histor. Sci., Docent of the Department of Russian History,  
ORCID ID: 0000-0002-9957-3065, tel.: (473) 255-06-67, e-mail: aleksandrmerkulov@mail.ru

**Abstract.** The work is devoted to the analysis of one of the most important sectors of the economy of the Middle Don population of the Scythian time – ferrous metallurgy. In the Don forest-steppe region, production complexes and tools involved in the metallurgical cycle and metalworking are known. There are finds of defective products, production waste and blanks of various things, which eloquently indicates the presence of local metallurgical and metalworking production. As a result of studies of nine iron objects, it was possible to find out that they were made from minerals such as hematite, magnetite and goethite. Melting was carried out in bugle. The resulting iron was low carbon. The products were formed using blacksmith forging. It is likely that local craftsmen were familiar with techniques such as carburization and forge welding. But in general, the technologies used in the production process were imperfect, which led to the breakdown of iron products.

**Key words:** Don forest-steppe region, ferrous metallurgy, Scythian times, ancient production technologies, paleoeconomics.

**Cite as:** Merkulov, A.N. (2024) Ferrous metallurgy and metal processing of the Middle Don populations of the Scythian era. *Izvestia Voronezh State Pedagogical University.* (1), 110–115. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.47438/2309-7078\_2024\_1\_110.

Received 29.01.2024

Accepted 28.03.2024