

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ТЮМЕНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ВЕСТНИК АРХЕОЛОГИИ, АНТРОПОЛОГИИ И ЭТНОГРАФИИ

Сетевое издание

**№ 4 (71)
2025**

ISSN 2071-0437 (online)

Выходит 4 раза в год

Главный редактор:

Зах В.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН

Редакционный совет:

Молодин В.И., председатель совета, академик РАН, д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;
Добровольская М.В., чл.-кор. РАН, д.и.н., Ин-т археологии РАН;
Бауло А.В., д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;
Бороффа Н., PhD, Германский археологический ин-т, Берлин (Германия);
Епимахов А.В., д.и.н., Ин-т истории и археологии УрО РАН;
Кокшаров С.Ф., д.и.н., Ин-т истории и археологии УрО РАН; Кузнецов В.Д., д.и.н., Ин-т археологии РАН;
Лакельма А., PhD, ун-т Хельсинки (Финляндия); Матвеева Н.П., д.и.н., ТюмГУ;
Медникова М.Б., д.и.н., Ин-т археологии РАН; Томилов Н.А., д.и.н., Омский ун-т;
Хлагула И., Dr. hab., ун-т им. Адама Мицкевича в Познани (Польша); Хэнкс Б., PhD, ун-т Питтсбурга (США);
Чикишева Т.А., д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН

Редакционная коллегия:

Дегтярева А.Д., зам. гл. ред., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Костомарова Ю.В., отв. секретарь, ТюмНЦ СО РАН;
Пошехонова О.Е., отв. секретарь, ТюмНЦ СО РАН;
Адаев В.Н., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Агапов М.Г., д.и.н., ТюмГУ;
Бейсенов А.З., к.и.н., НИЦИА Бegaзы-Тасмола (Казахстан); Валь Й., PhD, О-во охраны памятников
Штутгарта (Германия); Зимина О.Ю., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Ключева В.П., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Крийска А., PhD, ун-т Тарту (Эстония); Крубези Э., PhD, проф., ун-т Тулузы (Франция);
Кузьминых С.В., к.и.н., Ин-т археологии РАН; Перерва Е.В., к.и.н., Волгоградский ун-т;
Печенкина К., PhD, ун-т Нью-Йорка (США); Пинхаси Р., PhD, ун-т Дублина (Ирландия);
Рябогина Н.Е., к.г.-м.н., ун-т Гетеборга; Слепченко С.М., к.б.н., ТюмНЦ СО РАН;
Ткачев А.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Федоров Р.Ю., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Хартанович В.И., к.и.н., МАЭ (Кунсткамера) РАН

Сетевое издание «Вестник археологии, антропологии и этнографии»
зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций; регистрационный номер: серия Эл № ФС77-82071 от 05 октября 2021 г.

Адрес: 625008, Червишевский тракт, д. 13, e-mail: vestnik.ipos@inbox.ru

Адрес страницы сайта: <http://www.ipdn.ru>

FEDERAL STATE INSTITUTION
FEDERAL RESEARCH CENTRE
TYUMEN SCIENTIFIC CENTRE
OF SIBERIAN BRANCH
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

VESTNIK ARHEOLOGII, ANTROPOLOGII I ETNOGRAFII

ONLINE MEDIA

**№ 4 (71)
2025**

ISSN 2071-0437 (online)

There are 4 numbers a year

Editor-in-Chief

Zakh V.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Editorial Council:

Molodin V.I. (Chairman of the Editorial Council), member of the RAS, Doctor of History,
Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Dobrovolskaya M.V., Corresponding member of the RAS, Doctor of History,
Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)

Baulo A.V., Doctor of History, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Boroffka N., PhD, Professor, Deutsches Archäologisches Institut (German Archaeological Institute) (Berlin, Germany)

Chikisheva T.A., Doctor of History, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Chlachula J., Doctor hab., Professor, Adam Mickiewicz University in Poznan (Poland)

Epimakhov A.V., Doctor of History, Institute of History and Archeology Ural Branch RAS (Yekaterinburg, Russia)

Koksharov S.F., Doctor of History, Institute of History and Archeology Ural Branch RAS (Yekaterinburg, Russia)

Kuznetsov V.D., Doctor of History, Institute of Archeology of the RAS (Moscow, Russia)

Hanks B., PhD, Professor, University of Pittsburgh (Pittsburgh, USA)

Lahelma A., PhD, Professor, University of Helsinki (Helsinki, Finland)

Matveeva N.P., Doctor of History, Professor, University of Tyumen (Tyumen, Russia)

Mednikova M.B., Doctor of History, Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)

Tomilov N.A., Doctor of History, Professor, University of Omsk

Editorial Board:

Degtyareva A.D., Vice Editor-in-Chief, Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Kostomarova Yu.V., Assistant Editor, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Poshekhonova O.E., Assistant Editor, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Adaev V.N., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Agapov M.G., Doctor of History, University of Tyumen (Tyumen, Russia)

Beisenov A.Z., Candidate of History, NITSIA Begazy-Tasmola (Almaty, Kazakhstan),

Crubezy E., PhD, Professor, University of Toulouse (Toulouse, France)

Kluyeva V.P., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Kriiska A., PhD, Professor, University of Tartu (Tartu, Estonia)

Kuzminykh S.V., Candidate of History, Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)

Khartanovich V.I., Candidate of History, Museum of Anthropology and Ethnography RAS Kunstkamera
(Saint Petersburg, Russia)

Pechenkina K., PhD, Professor, City University of New York (New York, USA)

Pererva E.V., Candidate of History, University of Volgograd (Volgograd, Russia)

Pinhasi R., PhD, Professor, University College Dublin (Dublin, Ireland)

Ryabogina N.Ye., Candidate of Geology, Göteborgs Universitet (Göteborg, Sweden)

Slepchenko S.M., Candidate of Biology, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Tkachev A.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Fedorov R.Yu., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Wahl J., PhD, Regierungspräsidium Stuttgart Landesamt für Denkmalpflege

(State Office for Cultural Heritage Management) (Stuttgart, Germany)

Zimina O.Yu., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Address: Chervishevskiy trakt, 13, Tyumen, 625008, Russian Federation; mail: vestnik.ipos@inbox.ru

URL: <http://www.ipdn.ru>

Костомарова Ю.В.^{a,*}, Давыдов Р.В.^b, Букачева А.О.^c,
Виноградов Н.Б.^d, Новоселов А.А.^e

^a Тюменский научный центр СО РАН, ул. Червишевский тракт, 13, Тюмень, 625008

^b Институт археологии и этнографии СО РАН, просп. Акад. Лаврентьева, 17, Новосибирск, 630090

^c Музей-заповедник «Аркаим», ул. Красноармейская, 100, Челябинск, 454090

^d Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет
просп. Ленина, 69, Челябинск, 454080

^e Тюменский государственный университет, ул. Володарского, 6, Тюмень, 625003

E-mail: jvkostomarova@yandex.ru (Костомарова Ю.В.); puer-viro@mail.ru (Давыдов Р.В.);
anastasia_26@list.ru (Букачева А.О.); vinogradov_n@mail.ru (Виноградов Н.Б.); mr.andreygeo@mail.ru (Новоселов А.А.)

ОРУДИЯ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ ИЗ ПАМЯТНИКОВ ПОЗДНЕГО БРОНЗОВОГО ВЕКА ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ (ПО МАТЕРИАЛАМ УКРЕПЛЕННОГО ПОСЕЛЕНИЯ УСТЬЕ I И ПОСЕЛЕНИЯ КУЛЕВЧИ III)

Представлены результаты экспериментально-трасологического исследования орудий металлообработки из укрепленного поселения Устье I (синташтинская, петровская культуры), Кулевчи III (петровская, алакульская культуры). Работа включала проведение экспериментов по холодной и горячей ковке отливок из меди и бронзы каменными инструментами и последующее изучение эталонов и археологического материала. В ходе анализа рабочих поверхностей экспериментальных орудий выявлены признаки износа и их зависимость от физических свойств породы, выполняемой операции, кинематики. При изучении древних орудий металлообработки установлена унифицированная технология их изготовления, включавшая оббивку и абразивную обработку. Выделены функциональные группы орудий: кузнечные для холоднойковки иковки нагретого металла и абразивные. Сопоставление изученных материалов с данными других памятников бронзового века рассматриваемой и сопредельных территорий позволило установить, что перечень орудий металлообработки, последовательность их изготовления были стандартны, что отражает сходные производственные процессы не только в обработке металла, но и в отборе каменного сырья и приемах камнеобработки; а различия фиксируются в количественном соотношении предметов, отражающих разные этапы металлопроизводства, как между рассматриваемыми памятниками, так и в сравнении с другими.

Ключевые слова: Южное Зауралье, бронзовый век, металлообработка, экспериментально-трасологический анализ, кузнечные, абразивные инструменты.

Ссылка на публикацию: Костомарова Ю.В., Давыдов Р.В., Букачева А.О., Виноградов Н.Б., Новоселов А.А. Орудия металлообработки из памятников позднего бронзового века Южного Зауралья (по материалам укрепленного поселения Устье I и поселения Кулевчи III) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2025. 4. С. 20–34. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2025-71-4-2>

Введение

Металлопроизводство населения позднего бронзового века Южного Зауралья представлено обширной и хорошо изученной источниковой базой, к которой с уверенностью можно отнести материалы укрепленного поселения Устье I и поселения Кулевчи III [Виноградов, 2013; Виноградов, 1982]. Укрепленное поселение Устье I находится в Варненском районе Челябинской области на правом берегу р. Нижний Тогузак [Виноградов, 2013, с. 9] (рис. 1). В его культурном слое выявлены древности синташтинской и петровской культур. Поселение Кулевчи III находится в Варненском районе Челябинской области на берегу р. Караталы-Аят. Культурный слой содержал материалы петровской и алакульской культур позднего бронзового века [Виноградов, 1982; Коробкова, Виноградов, 2004].

Установлено, что коллекция изделий из цветного металла указанных памятников представлена орудиями труда, заготовками, слитками, сплесками, единичными украшениями. В результате металлографического анализа реконструированы технологические схемы, применявшиеся для изготовления этих предметов [Дегтярева и др., 2001; Дегтярева, Кузьминых, 2013, с. 216–217; Виногра-

* Corresponding author.

Орудия металлообработки из памятников позднего бронзового века Южного Зауралья...

дов, 2013, с. 434]. На основании трасологического исследования каменного инвентаря выделены инструменты, задействованные в этой отрасли [Коробкова, Виноградов, 2004; Кунгурова, 2013; Молчанов, 2013]. Однако вновь предпринятое изучение орудийного комплекса пос. Кулевчи III позволило скорректировать сделанные ранее выводы о функциональной принадлежности некоторых инструментов. В связи с этим был проведен повторный экспериментально-трасологический анализ металлообрабатывающих орудий из указанных памятников. Цель исследования — уточнить технологические признаки и следы износа и обобщить полученную информацию. Методической основой работы является экспериментально-трасологический метод. Трасологический анализ и микрофотографии следов сработанности выполнены с помощью панкратического микроскопа «Микромед» MC-2 Z00M с увеличением до $\times 40$, цифровой фотокамеры TOUPCAM и фотоаппаратов UA1000CA Nikon D7500 и Canon EOS-1100 с использованием программы Helicon Focus 7.

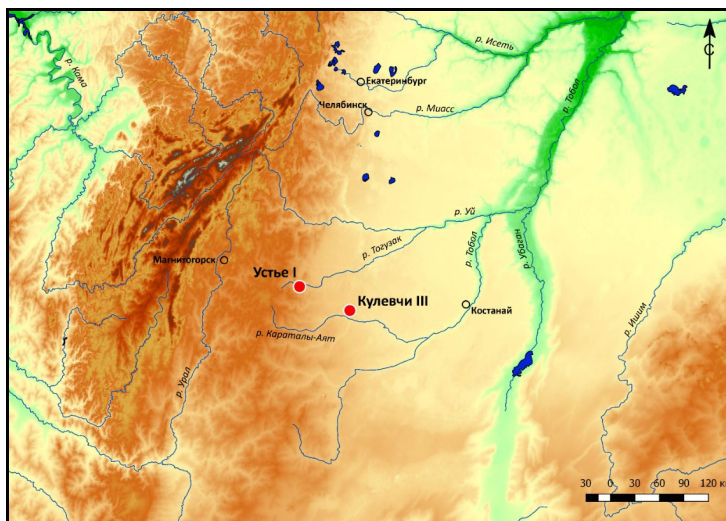


Рис. 1. Карта-схема расположения укрепленного поселения Устье I и поселения Кулевчи III на территории Южного Зауралья.

Fig. 1. Map-scheme of the location of the fortified settlement Ustye I and settlement Kulevchi III in the territory of the Southern Trans-Urals.

Результаты экспериментальных работ

Для верификации данных о функциональном назначении орудийного комплекса проведено порядка 30 экспериментов по обработке изделий из цветного металла, находящих аналогии в материалах рассматриваемых памятников: черешковых долот, шильев, ножей, серпа и др. При этом учитывались результаты изучения состава древнего металла и его металлографических исследований [Дегтярева и др., 2001; Дегтярева, 2024; Дегтярева, Кузьминых, 2013, с. 227–251]. В качестве наковален, молотков для холодной и горячейковки, абразивов задействованы каменные орудия (рис. 3, 4) из пород, представленных в исследуемых коллекциях [Левит, 2013]. Сырье для экспериментальных эталонов условно можно разделить на две группы: 1) хорошо сцементированные породы, с раковистым изломом (яшма, кремнистый сланец), гладкой поверхностью; 2) окатанные гальки с зернистой структурой — гранит, аргиллит, песчаник. Кузнечные инструменты (пять молотков и шесть наковален) не модифицированы. Для наковален отобраны образцы с природной ровной поверхностью, для молотков — подходящие по размеру окатанные гальки. Два молотка были предварительно подготовлены с помощью оббивки ребер на боковых гранях и вдоль одного из торцов, абразивной обработки боковых и рабочей поверхностей. Инструментами осуществлялась холодная упрочняющаяковка отливок, направленная на устранение литейных дефектов, оформление функциональных частей орудий; горячаяковка, направленная на протяжку и заострение лезвийных частей инструментов. Молотки являлись ручными инструментами. В результате получено 14 эталонов орудий кузнечной обработки — 7 молотков и 6 наковален (рис. 3, 4).

По завершении экспериментальных работ эталоны были подвергнуты очистке, часть из них с помощью ультразвукового очистителя Codyson CD-4820 при температуре воды 65° в течение 80 мин, что позволило устранить излишки макроостатков металла на рабочих поверхностях. Метрические характеристики полученных эталонов, содержание эксперимента и признаки сработанности

представлены в таблице. Послековки производилась абразивная обработка отливки, направленная на устранение оставшихся дефектов, заострение рабочих частей. Результаты экспериментов по абразивной обработке отливок из цветного металла будут опубликованы в отдельной работе.

Характеристика кузнечных экспериментальных орудий для обработки цветного металла

Characteristics of experimental forging tools for processing non-ferrous metals

№	Сырье, размер, вес	Операция, кинематика	Признаки использования,	t, мин
Молотки				
1	Галка (гранитоид) овальной в плане и сечениях формы, немодифицированная. Размеры 10×5–8×4–5,8 см; вес 675 г (рис. 2, 2)	Холодная упрочняющая ковка, устранение литейных дефектов орудий из цветного металла Кинематика — вертикальные удары, иногда ударные движения в горизонтальной плоскости	На рабочем торце сформировался выровненный участок с затертой, мелкими частыми выбоинками, выступающие зерна породы забиты и уплощены, отмечаются тонкие параллельные друг другу короткие риски, расположенные хаотичными группами; появляются отдельные пятна металлического блеска разных размеров с четкими контурами, расположенные, преимущественно, по периметру торца и боковых участках. В их зоне фиксируются короткие четкие риски линейных следов. (рис. 2, Б, В)	111
2	Галка (гранитоид) овальной в плане и сечениях формы, рабочий торец выровнен. Размеры 12,6×5–8,1×3–5,6 см; вес 888 г (рис. 2, 1)	Холодная упрочняющая ковка, устранение литейных дефектов орудий из цветного металла. Кинематика — вертикальные удары, иногда ударные движения в горизонтальной плоскости	На рабочем торце появляются группы регулярных небольших выбоинок; линейные следы в виде коротких параллельных друг другу рисков, расположенных хаотичными группами; отдельные пятна плотного металлического блеска, покрывающего зерна породы, в их зоне — короткие четкие риски линейных следов (рис. 2, А)	75
3	Галка (яшма) трапециевидной в плане и сечениях формы, немодифицированная. Размеры 14,7×3,5–6,4×3,9×5,8 см; вес 1040 г (рис. 2, 5)	Холодная упрочняющая ковка, устранение литейных дефектов орудий из цветного металла. Кинематика — вертикальные удары, иногда ударные движения в горизонтальной плоскости	На рабочей площадке фиксируется небольшие участки легкой затертости, тонкие хаотичные риски линейных следов; потемнение выступающих участков и прилегающей боковой поверхности, пятная металлического блеска, в их зоне короткие параллельные друг другу риски линейных следов (рис. 2, Е)	218
4	Галка (плаггиогранит) овальной в плане и сечениях формы, немодифицированная. Размеры 12,1×4,6–6,6×3–4,4 см; вес 650 г (рис. 2, 3)	Горячая ковка изделий из цветного металла, направленная на протяжку. Кинематика — вертикальный удар с последующим скользящим движением по поверхности отливки	На рабочей площадке формируется выровненный участок, верхушки зерен породы забиты; отмечаются удлиненные линейные следы, идущие параллельно друг другу хаотичными группами. Отмечаются темные сажистые пятна и пятна плотного металлического блеска, часто соединенные между собой, которые заходят на боковые участки (рис. 2, Г)	12
5	Галка (кремнистый сланец) овальной в плане и сечениях формы, немодифицированная. Размеры 10,3–8,6×4,3–5 см; вес 660 г (рис. 2, 4)	Холодная и горячая ковка медных и бронзовых изделий. Кинематика — вертикальный удар и вертикальный удар с последующим скользящим движением по поверхности отливки	На рабочей поверхности отсутствуют признаки деформации, фиксируются единичные тонкие риски, сажистые темные пятна, плотный металлический блеск, в зоне которого присутствуют линейные следы. Эти признаки локализируются с одной из сторон и по периметру. Центральная часть оказалась практически не задействована в работе с небольшими по размеру предметами (рис. 3, Д)	20
6	Галка (гранитоид) прямоугольной в плане, треугольной в поперечном сечении формы; боковые и рабочая поверхность оформлены обшивкой и абразивной техникой. Размеры 7,5×7,3×4,4 см; вес 440 г (рис. 2, 7)	Горячая ковка медных и бронзовых изделий. Кинематика — вертикальный удар	На рабочей поверхности формируются округлые вмятины, затертость. Выступающие зерна породы забиты, чуть уплощены, на них проявляется потемнение в зоне которого фиксируются параллельные короткие линейные следы и мелкие пятна металлического блеска. От ударных действий по периметру рабочего торца образуются сколы (рис. 2, И)	15
7	Галка (песчаник), трапециевидная в плане и поперечном сечении; боковые и рабочая поверхность оформлены обшивкой и абразивной техникой. Размеры 9,2×4,6–7,5×5,5 см; вес 500 г (рис. 2, 6)	Холодная ковка медных и бронзовых изделий. Кинематика — вертикальный удар	На рабочей поверхности образуются разрозненные мелкие выбоинки, единичные короткие линейные следы; по всему торцу на выступающих участках появляются пятна плотного металлического блеска с рваными краями, в его зоне отмечаются четкие параллельные друг другу линейные следы (рис. 2, Ж)	75
Наковальни				
1	Овальная в плане плоская окатанная галка (кремнистый сланец). Размер 20×14,5×4,9×5,6 см; вес 2710 г (рис. 3, 3)	Холодная ковка изделий из цветного металла, устранение литейных дефектов, оформление функциональных частей. Наковальня лежала на земле	Рабочая зона занимает часть поверхности, имеет размытые границы, фиксируются группы очень мелких, неглубоких выбоинок, расположенные хаотично, они образуют осветленные пятна; присутствуют единичные узкие удлиненные выбоинки (до 0,5 см); заполировка выступающих участков; потемнение, хаотичные пятна плотного металлического блеска, в их зоне хорошо видны параллельные друг другу короткие риски линейных следов (рис. 3, В, Г)	111
2	Овальная в плане плоская окатанная галка (кремнистый сланец). Размеры 24,3×16,5×3,7 см; вес 2792 г (рис. 3, 5)	Холодная и горячая ковка изделий из цветного металла. Наковальня лежала на земле	Рабочая зона занимает часть, имеет размытые границы, фиксируются группы очень мелких выбоинок, расположенные хаотично; заполировка выступающих участков; потемнение, хаотичные пятна плотного металлического блеска, в их зоне хорошо видны параллельные друг другу короткие риски линейных следов (рис. 3, Д)	75
3	Окатанная плитка (метаморфизованный песчаник) трапециевидная в плане. Размеры 5,4–8×6–8,2×1,3–2,6 см; вес 313 г (рис. 3, 6)	Холодная ковка и устранение литейных дефектов медных пил. Наковальня лежала на земле	Лепкая пришлифовка центральной выступающей части рабочей поверхности, пятна плоской ровной заполировки темного цвета и металлического блеска с четкими контурами. Отмечается два уровня — более рассеянный и верх не пятна с четкими границами (рис. 3, К)	30
4	Окатанная плоская галка (яшма), близкой к овальной в плане и сечениях формы. Размеры 10,5×10,5×3,5–4 см; вес 831 г (рис. 3, 4)	Холодная ковка металла. Наковальня лежала на земле	Единичные царапины, неглубокие, плоские забитости округлой формы, образующие скопления, удлиненные линейные следы; осветление поверхности; пятна плотного металлического блеска в их зоне риски линейных следов (рис. 3, И)	95
5	Плоский валун (аргиллит) подтреугольной в плане формы, поверхность шероховатая. Размеры 36,5×26,5×4,7 см (рис. 3, 1)	Холодная ковка металла. Наковальня лежала на земле	На выступающей части поверхности многочисленные выбоинки, разных форм и очертаний, забитость, затертость, отмечаются удлиненные узкие выбоинки, расположенные параллельно друг другу группами и хаотично; отдельные пятна плотного металлического блеска (рис. 3, А, Б)	218
6	Плоский валун (кремнистая порода) многоугольной в плане и четырехугольной в сечениях. Размеры 15,7×16,3–12,2×7,5–9 см; вес 2700 г (рис. 3, 2)	Горячая ковка отливок из цветного металла. Наковальня лежала на земле	На поверхности образуются разрозненные плоские, округлые забитости, которые имеют более светлый оттенок, чем остальная поверхность; удлиненные линейные следы, расположенные разнонаправленными группами; потемнение и рассеянный металлический блеск (макроостатки металла) (рис. 3, Е, Ж)	65

Экспериментальные исследования показали, что локализация и характеристика признаков использования на молотках зависят от породы, характера рабочей площадки (выпуклая, уплощенная, узкая, широкая), осуществляемой технологической операции (холодная ковка или с нагревом, горячая ковка с протяжкой, устранение литейных дефектов или проковка лезвийной части), размера и качества обрабатываемой отливки.

Орудия металлообработки из памятников позднего бронзового века Южного Зауралья...

Холодная ковка крупных отливок (ножи, серп), у которых фиксировались многочисленные литейные дефекты в виде широких (до 0,3 см) литейных швов, способствовала быстрой деформации рабочих поверхностей молотков из зернистых пород (гранитоидов, песчаника). На ней появлялись равномерная забитость, выкрошенность, зерна породы уплощались, оставались линейные следы в виде коротких параллельных и хаотичных рисок на выступающих участках рабочей поверхности (рис. 2, 1, 6, А, Ж). На переходе к боковым частям отмечаются небольшие сколы, разрозненный металлический блеск (макроостатки металла). Он присутствует на торце, в основном на верхушках зерен, а на прилегающих боковых участках (при соскальзывании инструмента) представлен хорошо выраженными пятнами разных размеров и очертаний. При холодной ковке небольших изделий — черешковых долот, шильев с минимальными литейными дефектами следы сработанности формируются медленнее, они представлены легкой забитостью и мелкими разрозненными пятнами металлического блеска (рис. 2, 2, В, Б).

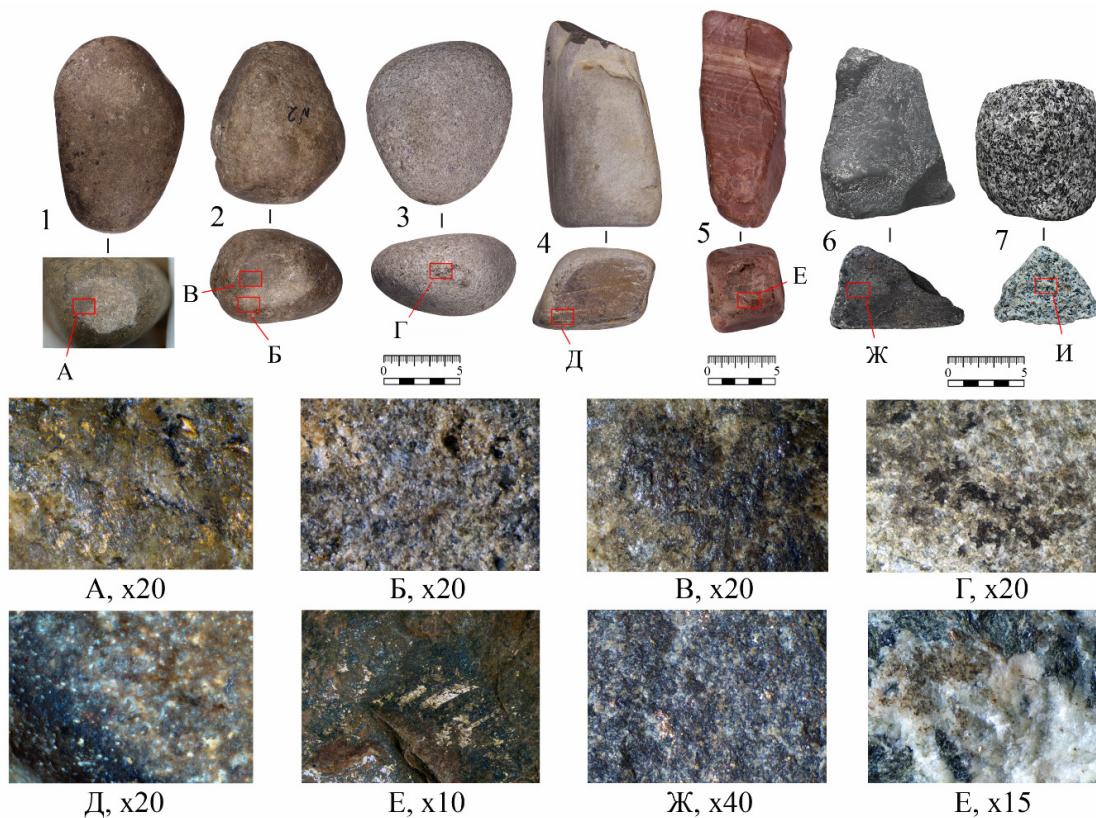


Рис. 2. Экспериментальные молотки (1–7) дляковки медных и бронзовых изделий и микрофотографии следов сработанности на их рабочих поверхностях (А–Е).

Fig. 2. Experimental hammers (1–7) for forging copper and bronze items and microphotographs of wear marks on their working surfaces (A–E).

На молотках из хорошо сцементированных, окатанных пород признаки деформации практически отсутствуют. Отмечаются затертость, отдельные царапины, однако хорошо выражены макроостатки металла (рис. 2, 4, 5, Д, Е). На орудии с небольшой выпуклой рабочей поверхностью они покрывают ее практически полностью и далеко заходят на прилегающие боковые участки (рис. 2, 5, Е); на инструменте с широким уплощенным торцом локализованы ближе к его краю — на участке, непосредственно использовавшемся в работе (рис. 2, 4, Д). От горячейковки на молотке из гранитоида образовалась забитость выступающих зерен, появились темные пятна и макроостатки металла (рис. 2, 7, И). Горячая ковка с протяжкой также способствовала изменению рабочей поверхности — появлялись легкая забитость, регулярные, хорошо выраженные удлиненные линейные следы, что обусловлено кинематикой. Фиксируется изменение цвета — потемнение и пятна очень плотного интенсивного металлического блеска, которые покрывал и большую часть рабочей площадки, в его зоне хорошо видны параллельные линей-

ные следы (рис. 2, 3, Г). При сравнении молотков из гранитоидов, использованных для холоднойковки иковки нагретого металла, единственным отличием является присутствие на последних темных сажистых пятен.

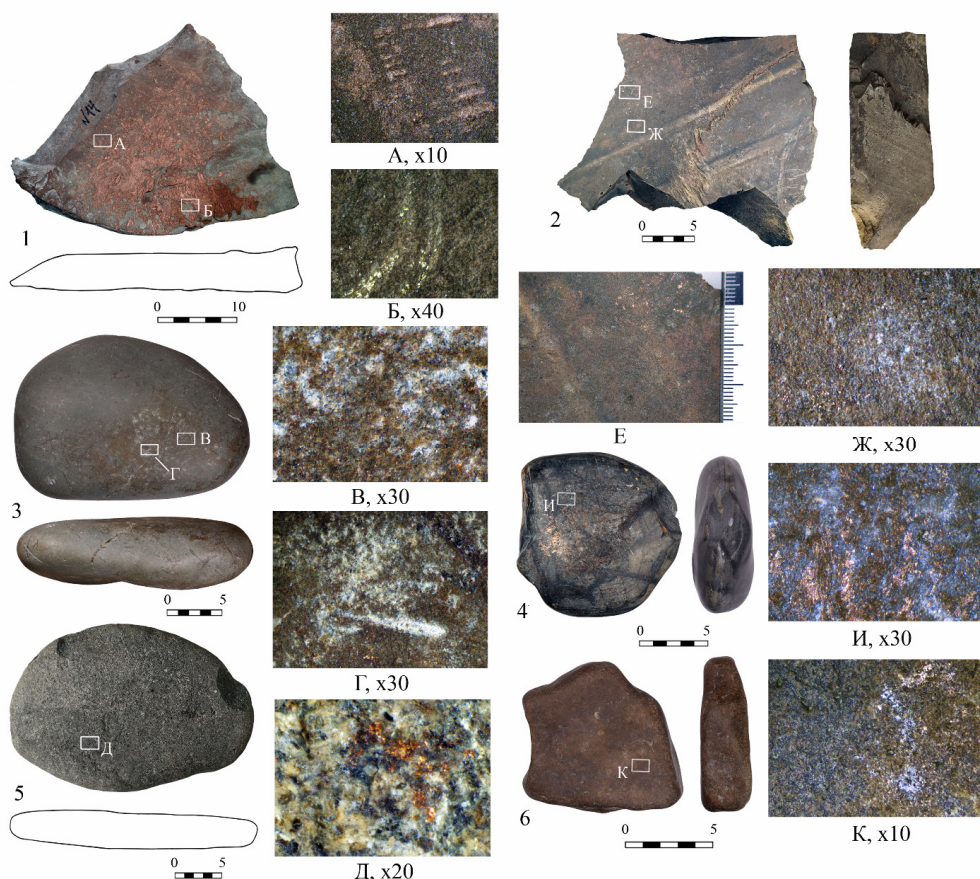


Рис. 3. Экспериментальные наковальни (1–6) дляковки медных и бронзовых изделий и микрофотографии следов сработанности на их рабочих поверхностях.

Fig. 3. Experimental anvils (1–6) for forging copper and bronze products and microphotographs of wear marks on their working surfaces.

На наковальнях из кремнистого сланца от холоднойковки образуются деформации в виде групп мелких плоских выбоин и не перекрывающие их пятна металлического блеска, фиксируются хаотичные царапины и разнонаправленные группы коротких линейных следов (рис. 3, 3, В, Г). От горячейковки также остаются выбоинки, присутствуют удлиненные линейные следы, темные пятна сажистого налета и разрозненный металлический блеск (рис. 3, 5, Д). Наиболее интенсивны различного рода выкрошенности, забитости выражены на наковальне из аргиллита, обладающего меньшей твердостью (рис. 3, 1, А, Б). На наковальнях из яшмы, кремнистого сланца и песчаника признаками использования являются группы мелких выбоинок, единичные царапины, удлиненные линейные следы и пятна металлического блеска, не имеющие четкого контура (рис. 3). Одним из важных наблюдений при изучении рабочих поверхностей экспериментальных наковален является фиксация выбоин в виде удлиненных, коротких отрезков, оставленных холоднойковкой, поставленными на ребро отливками в процессе устранения литейных дефектов — заусениц, литейных швов.

Выявленные признаки сработанности будут использованы для верификации следов на археологических инструментах.

Результаты изучения археологического материала

С обработкой металла связано 15 орудий из пос. Кулевчи III и 23 экз. из Устья I. К сожалению, большую их часть невозможно разделить на культурно-хронологические группы на основании стратиграфических и планиграфических наблюдений, а также типологических и технологических харак-

Орудия металлообработки из памятников позднего бронзового века Южного Зауралья...

теристик. Отметим следующее: согласно анализу распространения орудий металлообработки в границах раскопа пос. Кулевчи III четыре предмета планиграфически соотносится с петровскими наземными постройками 2–5, остальные — с алакульскими жилищами 1 и 7 и межжилищным пространством. На пос. Устье 1 с синташтинским периодом можно соотнести два предмета — абразив и наковальню [Виноградов, 2013, рис. 5.11, 2, 9]; с петровским — 12 [Там же, рис.; 5.13, 9; 5.15, 6; 5.16, 5; 5.17, 8; 5.18, 9; 5.21, 5]. Шесть предметов происходят из сборов с поверхности и культурно не атрибутируются [Там же, рис. 5.22, 5, 7; 5.23, 1; 5, 25, 6, 8].

Предметы использовались для кузнечной и абразивной обработки отливок.

Группа 1. Кузнечные инструменты. К ним относятся молотки и наковальни.

В наборе металлообрабатывающих инструментов пос. Кулевчи III выделяются молотки дляковки (3 экз.) и молотки-гладилки (3 экз.). В коллекции орудий укрепленного поселения Устье I выделено шесть молотков и две, предположительно, заготовки для молотков-гладилок (рис. 4). В целом, активные кузнечные орудия имеют подтреугольную или трапециевидную в плане и продольном сечении форму, вес от 150 до 800 г. Рабочей во всех случаях являлась более широкая торцевая часть. Учитывая небольшой вес инструментов и отсутствие признаков крепления, можно предположить, что они являлись ручными.



Рис. 4. Молотки дляковки (1–6, 8, 10–13) и заготовки (7, 9). Буквами обозначены места микрофото, представленные на рис. 5:

пос. Кулевчи III: 1 — № 8190; 2 — без шифра; 3 — № 1785; 4 — № 8363; 8 — № 1051; 13 — 8025; пос. Устье I: 5 — № 9743; 6 — № 9268; 7 — № 11357; 9 — № 4266; 10 — № 8020; 11 — № 10204; 12 — № 9744.

Fig. 4. Forging hammers (1–6, 8, 10–13) and blanks (7, 9). Letter designations indicate the locations of the microphotographs shown in fig. 5:

1–4, 8, 13 — Kulevchi III site; 5–7, 9–12 — Ustye I site.

На всех целых инструментах и одном фрагменте из пос. Кулевчи III и семи — из укрепленного пос. Устье I отмечаются следы изготовления, включавшего оббивку. Они присутствуют на ребрах и по периметру рабочей поверхности в виде плоских сколов разного размера. Кроме того, на рабочих площадках пяти инструментов и на боковых у трех из пос. Кулевчи III видны следы выравнивания с помощью абразивной техники. Это длинные тонкие, глубокие, ровные царапины, расположенные разнонаправленными группами по всей торцевой поверхности предмета (рис. 4, 3; 5, В), и более тонкие, узкие риски, сопровождаемые матовым блеском (рис. 4, 2, 4, 13; 5, Б, Г, Н). Еще на одном предмете (рис. 4, 1; 5, А) отмечены линейные следы двух видов. Характер линейных следов может быть связан с особенностью сырья абразива — крупно-

зернистое, мелкозернистое, а также обусловлен использованием песка разноразмерной фракции для облегчения процесса абразивной обработки (напр.: [Семенов, 1961; Желтова и др., 2021, с. 149; Сериков, 2023, рис. 6, 7]). На молотках поселения Устье I в трех случаях оббивка сочетается с абразивной обработкой рабочей площадки (рис. 4, 5, 6, 9; 5, Д, Е, И) и в одном — рабочей площадки и боковых поверхностей (рис. 4, 7; 5, Ж).

На основании имеющихся материалов сложно диагностировать использование техники пикетажа. От него на поверхности остаются небольшие, часто и равномерно расположенные углубления угловатых и округлых очертаний (так называемый ячеистый рельеф). Подобные признаки отсутствуют на поверхности изученных орудий. На некоторых участках рабочих и боковых поверхностей фиксируются отдельные выбоины и лунки, перекрытые абразивной обработкой и следами использования. Однако, учитывая однородную структуру и раковистый излом породы, из которой изготовлены инструменты, полагаем, что они могут иметь естественное происхождение.

Таким образом, активные кузнечные инструменты поселения Кулевчи III имеют единую технологическую схему — оббивка и последующая абразивная обработка боковых и рабочей поверхностей. По материалам поселения Устье 1 такая технология изготовления отмечена в четырех случаях, при этом только в одном абразивная обработка отмечается как на торцевой, так и на боковых частях. Три орудия изготовлены только оббивкой. Один молоток не модифицирован. Для молотков, предназначенных дляковки изделий из цветного металла важной функциональной характеристикой являлась ровная, сглаженная рабочая поверхность, позволяющая нужным образом деформировать отливку.

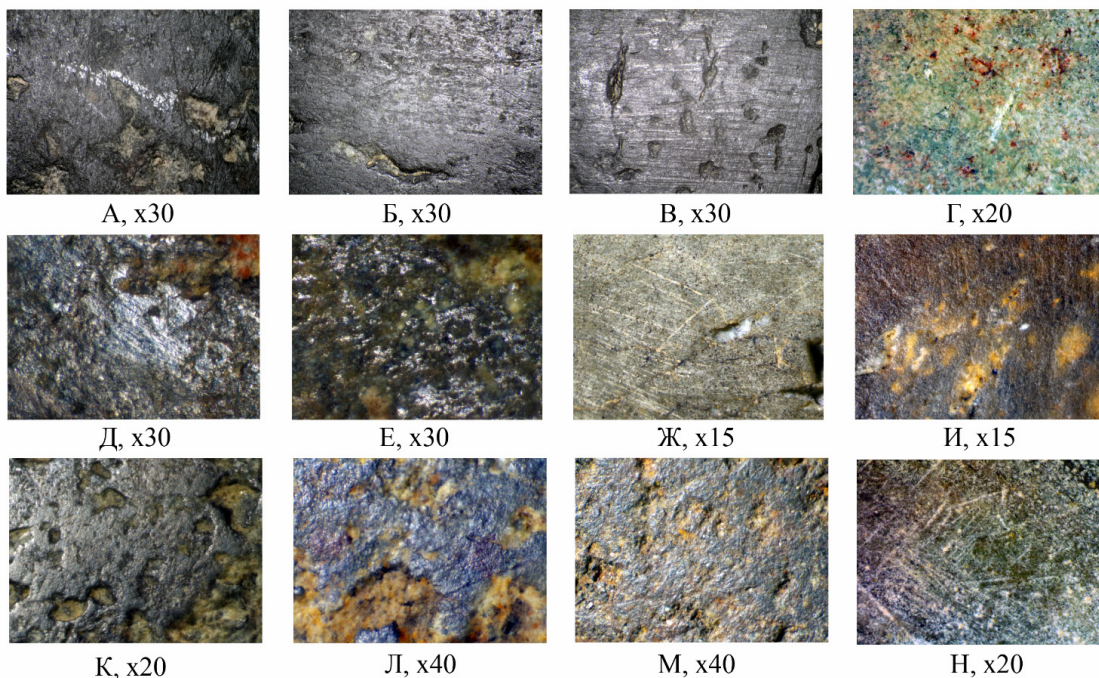


Рис. 5. Микрофото следов сработанности на молотках дляковки:

А–Г, Н — пос. Кулевчи III; Д–Ж, И–М — пос. Устье I. Буквенные обозначения соответствуют точкам фотофиксации участков рабочей поверхности, представленных на рис. 4.

Fig. 5. Microphotograph of traces of wear on forging hammers:

А–Г, Н — Kulevchi III site; Д–Ж, И–М — Ustye I site. The letter designations correspond to the points of photographic recording of the working surface areas shown in fig. 4.

Следующим этапом исследования стал анализ следов сработанности на рабочей поверхности молотков. На трех молотках из пос. Кулевчи III (рис. 5, А, Г, Н) это короткие, неглубокие, тонкие линейные следы, рассеянный металлический блеск, расположенный небольшими пятнами на выступающих участках. На одном орудии фиксируются выбоинки, замятость рабочей поверхности. Подобные признаки характерны для молотков, применявшихся в процессе холоднойковки металлических изделий. На двух орудиях (рис. 5, Б, В) хорошо выражены остатки металла в виде серого (графитного) более плотного блеска, покрывающего почти всю рабочую площадку, что свидетельствует

о работе с нагретым металлом. На молотках из поселения Устье I в трех случаях отмечаются признаки холоднойковки (рис. 5, Е, Л), и столько же использовалось для работы с нагретым металлом (рис. 5, Д, М, К). Можно предположить, что один из них (рис. 4, 12; 5, М), учитывая его небольшой размер, использовался в ювелирном деле. Два предмета из коллекции поселения Устье I имеют технологию изготовления, характерную для рассматриваемой группы орудий, и типологически схожи с ними (рис. 4, 7, 9; 5, Ж, И), однако следов использования на их рабочих поверхностях не зафиксировано. Возможно, это заготовки для молотков или гладилок.

Второй тип кузнечных орудий — наковальни (5 экз.) (рис. 6). Из пос. Устье I происходят три предмета. Они представлены обломками кварцевого порфира и вулканической породы четырехугольной в плане формы размерами 7,9–6–4,5–8,5×4–7 см (рис. 6, 2, 4, 5). Фрагментированность затрудняет реконструкцию полной схемы их изготовления.

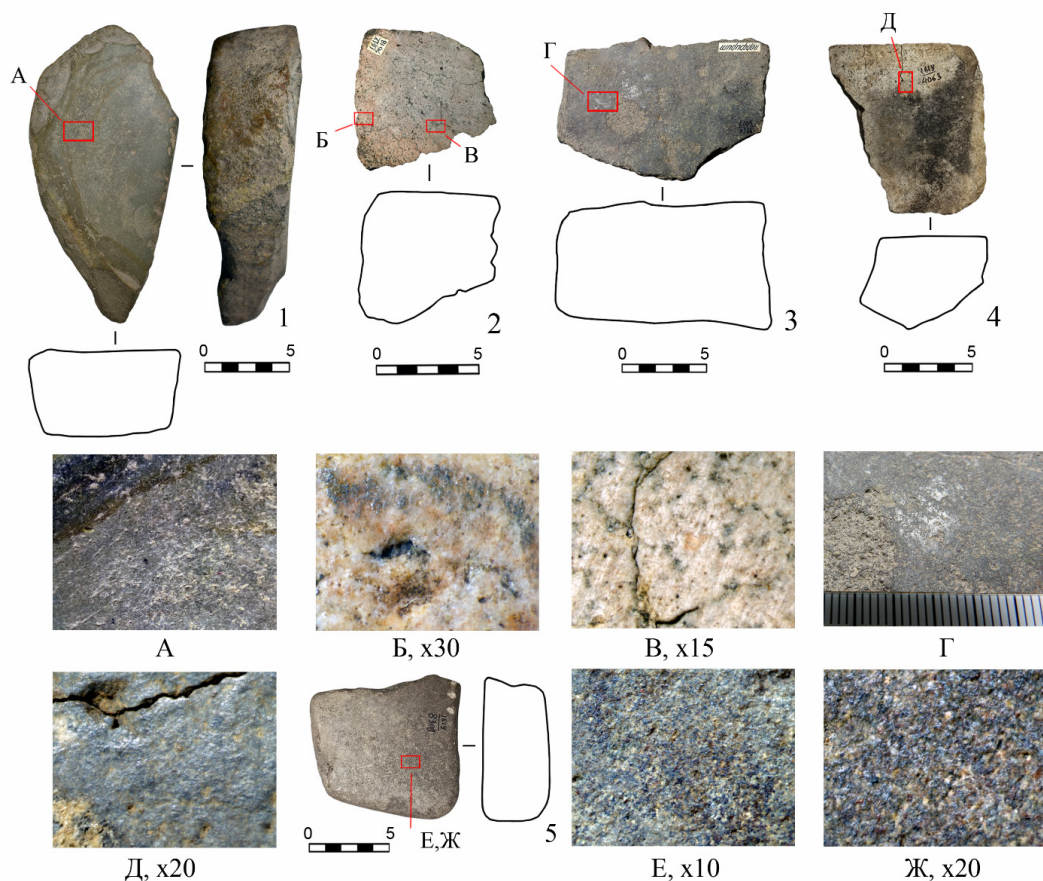


Рис. 6. Наковальни (1–5) и микрофото следов сработанности на них (А–Е): пос. Кулевчи III: 1 — № 10192; 3 — № 9027; пос. Устье I: 2 — № 618; 4 — № 4063; 5 — № 8308.

Fig. 6. Anvils (1–5) and microphotographs of traces of wear on them (А–Е): 1, 3 — Kulevchi III site; 2, 4, 5 — Ustye I site.

Наковальни из пос. Кулевчи III изготовлены из порфирита, имеют подпрямоугольные в плане со скругленными углами очертания. Размеры целого предмета 18×14,5×8,5 см (рис 6, 1), фрагмента — 13,6×12,5×8,2 см (рис. 6, 3). Боковые стороны скошены относительно рабочей поверхности. Предметы модифицированы. Последовательность операций включала оббивку для придания формы (рис. 6, 1) и абразивную обработку. Оббивка в виде последовательных и равномерных сколов фиксируется по периметру целого изделия и частично на другом предмете. На боковых сторонах наблюдается сглаженность выступающих участков. На одной яркая заполировка (рис. 6, 1). Подобные технологические признаки отмечаются на наковальнях из укрепленных пос. Аркаим и Синташта, заполировка связывается с возможным использованием наковален в деревянных пазах для большей устойчивости [Семина, Зданович, 2024, с. 72–73].

Общей характеристикой для данной группы инструментов является выровненная рабочая поверхность, необходимая для качественной проковки отливок. Картина следов износа на ней

представлена отдельными уплощенными выбоинами разных размеров и очертаний, разноразмерными и разнонаправленными удлинненными рисками (рис. 6, А–Ж). На наковальне из пос. Кулевчи III отмечены широкие (0,1 см), четко выраженные углубления разной длины (рис. 6, А). Такие признаки остаются в процессе устранения литейных дефектов, когда металлическое изделие ставилось на наковальню ребром и проковывалось. Кроме того, фиксируются потемнение поверхности и разрозненные пятна металлического блеска, не имеющие четких контуров.

Группа 2. Абразивные инструменты. К ним отнесено шесть каменных предметов из пос. Кулевчи III и десять — из пос. Устья I. Это уплощенные обломки породы, преимущественно четырехугольных, реже — овальных очертаний, размером 6–14×2,5–10,2×1,2–7 см (рис. 7).

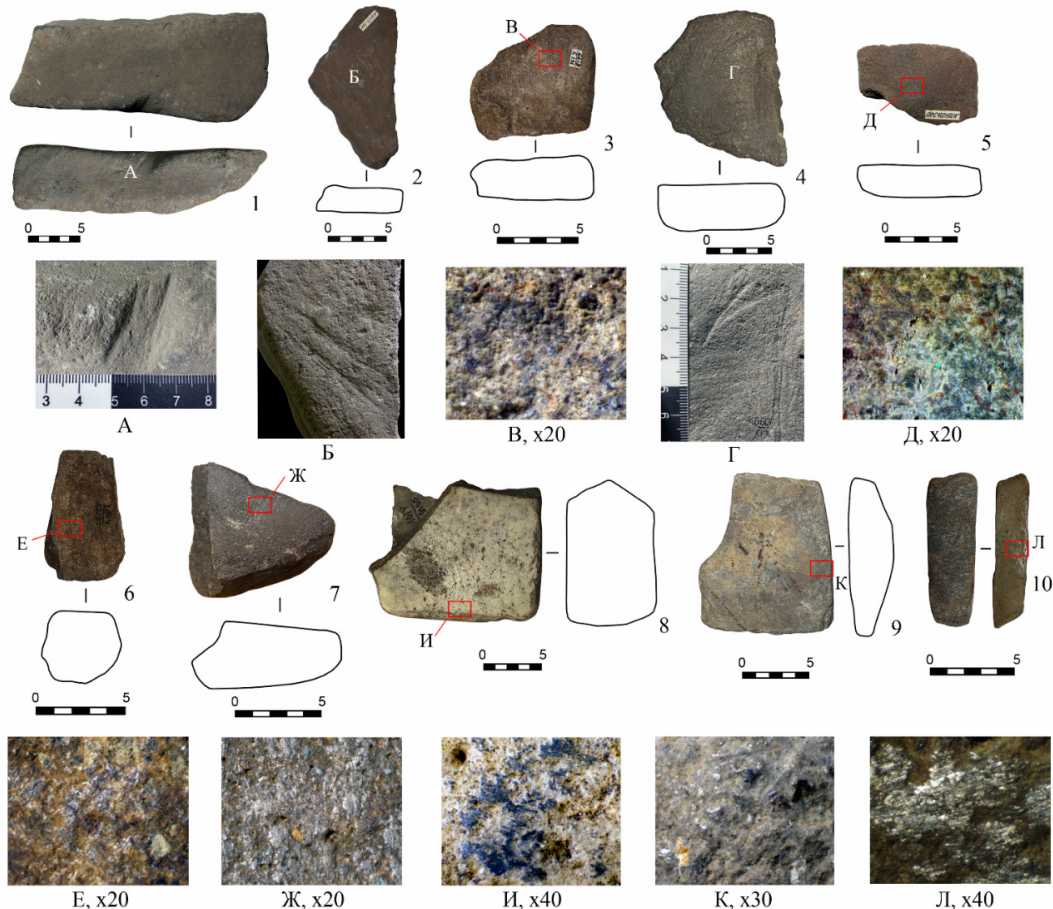


Рис. 7. Абразивные орудия для обработки металлических изделий (1–10) и следы сработанности на них (А–Л): пос. Кулевчи III: 1 — № 8780; 2 — № 716; 5 — № 1053; пос. Устье I: 3 — № 8179; 4 — № 10994; 6 — № 8225; 7 — № 9269; 8 — № 9165; 9 — № 9164; 10 — № 9873.

Fig. 7. Abrasive tools for processing metal products (1–10) and traces of wear on them (А–Л).
1, 2, 5 — Kulevchi III site; 3, 4, 6–10 — Ustye I site.

В анализируемой коллекции 15 абразивов представлены немодифицированными обломками породы, в большинстве случаев с зернистой структурой (песчаники, гранит, мрамор, известняк) — 13 экз. Рабочей поверхностью выступали одна или две стороны и ребра предметов. От использования фиксируются узкие (до 1 мм) удлинненные желобки — от заточки лезвий или обработки ребер отливок (рис. 7, 1, 2, 4, А, Б, Г), потемнение на рабочей поверхности от соприкосновения с металлом (рис. 7, 3, В), выкрошенность и истертость зерен породы (рис. 7, 3, 5, 6, В, Д, Е), удлинненные линейные следы. Кроме того, отмечается плотный графитовый, разной степени выраженности блеск, покрывающий рабочие поверхности на выступающих участках (рис. 7, 7–9, Е–Л). На песчаниках он практически не виден, что связано с зернистостью сырья: выкрашивание и истирание не давали ему образоваться. Предметами производились общая заточка и заострение рабочих частей металлических орудий. В этой категории выделяются два изделия из порфирита и кварцита из культурного слоя пос. Устья I. Кроме сырья, они выделяются по размерам и форме — более

крупные, подквадратные, имеют сглаженную поверхность. Следы использования: узкая полоска затертости, графитовый блеск, удлинённые линейные следы в его зоне и за ее пределами — расположены вдоль одного из ребер предметов. Вероятно, эти предметы использовались непродолжительное время для доводки плоских отливок.

Оселок (1 экз.) представлен обломком [Alaeva et al., 2025]. В отличие от остальных абразивных орудий, он изготовлен из алевролита, имеющего низкую степень зернистости, и модифицирован. Предмет, вероятно, имел близкую к прямоугольной форму, характеризуется ровной, уплощенной поверхностью, полученной абразивной техникой, от которой остались удлинённые разнонаправленные царапины. В верхней его части имеется несомкнутый желобок шириной 0,7–1,2 см с переменным поперечным сечением от v-образного до арочного. По наличию широких, удлинённых, ровных бороздок внутри желобка можно сделать вывод, что он образован пилением. Поперечные линейные следы перекрывают признаки шлифовки основной части изделия. Следовательно, окончательное оформление желобка происходило на заключительном этапе изготовления оселка. Плоские стороны предмета использовались для подправки лезвий металлических изделий.

Обсуждение результатов и заключение

Экспериментальные работы не только позволили зафиксировать признаки износа, но и продемонстрировали их неоднородность и зависимость от физических свойств породы (сцементированность, зернистость, окатанность), выполняемой операции и кинематики (холодная ковка, ковка нагретого металла, ковка с протяжкой). В целом, зафиксированные следы сработанности совпадают с выявленными ранее, как на экспериментальных эталонах, так и на археологическом материале (напр.: [Килейников, 1984; Зданович, Коробкова, 1988; Голубева, 2016; Горашук, Семин, 2018; Загородняя, 2020; Костомарова, 2020; Зданович, Семин, 2022; Костомарова, Сечко, 2023; Семин, Зданович, 2024; Namon et al., 2024; Capra et al., 2025]).

В результате вновь предпринятого исследования трасологически ранее уже изученных коллекций рассматриваемых памятников нам удалось скорректировать и дополнить имеющиеся данные. В материалах поселения Кулевчи III выделено 14 орудий металлообработки; на укрепленном поселении Устье 1 — 21 экз. и 2 заготовки для орудий. Они связаны с кузнечной и абразивной обработкой отливок. Установлена совокупность технологических признаков, включающих оббивку и абразивную подправку, выравнивание рабочей поверхности, которые можно использовать для выделения кузнечных молотков среди других ударных инструментов. Следы сработанности позволили соотнести активные кузнечные инструменты с процессом холоднойковки иковки нагретого металла (горячая, неполная горячая, отжиги). В ряде случаев молотки для холоднойковки удалось связать с этапом устранения литейных дефектов. Наковальни также имеют сходные технологические признаки и следы износа и по внешним признакам отличаются от пассивных плиток для дробления и растирания [Семин, Зданович, 2025]. Общей чертой для активных и пассивных кузнечных инструментов является выровненная рабочая площадка. Экспериментальные работы подтвердили, что она способствует более качественнойковке отливок, особенно при работе с нагретым металлом.

Отдельную группу орудий обработки металла составляют абразивные инструменты. В археологической литературе, посвященной этой категории инструментов, на основании физических свойств породы их делят на две группы: первая — из зернистого сырья, для первичной обработки отливок, устранения дефектов литья, оформления лезвийных частей; вторая — из более сцементированных пород, прямоугольной в плане формы, зачастую с желобком или отверстием для подвешивания (так называемые оселки) — для окончательной доводки металлических изделий, придания им блеска (напр.: [Килейников, 1984; Alaeva et al., 2025]). Экспериментальные работы по абразивной обработке изделий из цветного металла показали, что, в целом, и мелкозернистые породы эффективны для первичной обработки отливок, если этому предшествовала их ковка (именно такая последовательность операций зафиксирована в ходе поверхностного изучения цветного металла рассматриваемых памятников). При качественном литье и устранении дефектов ковкой абразивная обработка сводилась к минимальной доработке аккомодационной части изделия и оформлению лезвийной, особенно если речь шла о небольших изделиях — шильях, черешковых долотах, плоских теслах. Желобки на рабочей поверхности могут образовываться от первичной обработки и заточки как стержневидных изделий, так и ребер, лезвийных частей ножей, серпов. При обработке последних формируются бо-

лее глубокие и широкие желобки. В целом, деформация абразива зависела от использованной породы — степени ее цементированности, а следовательно, прочности.

Выделенный на поселениях Кулевчи III и Устье I набор металлообрабатывающих орудий соотносится с результатами металлографического изучения изделий из цветного металла рассматриваемых памятников [Дегтярева и др., 2001; Дегтярева, Кузьминых, 2013].

Сравнение полученных результатов с материалами других поселений бронзового века Зауралья и сопредельных территорий позволяет сделать вывод, что ассортимент орудий металлообработки, последовательность их изготовления были стандартны, что отражает сходные производственные процессы не только в обработке металла, но в отборе каменного сырья с учетом его физических свойств и приемов камнеобработки (напр.: [Килейников, 1984; Зданович, Коробкова, 1988; Зданович, Юминов, 2018; Горашук, Семин, 2018; Загородняя, 2020; Зданович и др., 2020; Зданович, Семин, 2022; Костомарова, Сечко, 2023; Семин, Зданович, 2024]).

В целом, можно отметить, что, при достаточной представительности и типологическом разнообразии коллекции металлических изделий, другие достоверные свидетельства металлопроизводства в материалах поселения Кулевчи III немногочисленны: единичны орудия переработки руды [Костомарова и др., 2024]; отсутствуют фрагменты руды, шлаков, технической керамики, литейных форм. Обломок каменного предмета с двумя продольными желобками, внешне напоминающий литейную форму для отливки прутков-заготовок, изготовлен из железистого песчаника, отличающегося слоистостью и зернистостью, что не свойственно литейным формам, для которых важна выровненная и сглаженная поверхность. Еще два предмета — глиняные лепные изделия с отпечатками крестовидных подвесок, несмотря на то что на них зафиксированы следы контакта с металлом, связывать именно с производством отливок нет достаточных оснований [Петров и др., 2025]. В итоге констатируем, что на памятнике источниками представлен цикл металлообработки, включающий кузнечную ковку и абразивную обработку отливок и, вероятно, плавку металла из слитков (по наличию самих слитков и сплесков; в орудийном наборе изделия, связанные с литьем, отсутствуют).

Другая картина наблюдается по материалам укрепленного поселения Устье 1. Во-первых, здесь выявлены разнообразные свидетельства плавки металла: фрагменты руды, орудия для измельчения минерального сырья, остатки теплотехнических сооружений, шлаки, обломки технической керамики — изложниц, сопел (2 экз.), тиглей (50 экз.), а также сплески металла [Григорьев, 2013, с. 258–260; Виноградов, 2013, с. 433–434; Кунгурова, 2013]. Во-вторых, источниками надежно документирована следующая стадия изготовления металлических изделий — их кузнечная и абразивная обработка. Отметим, что в частично изученных трасологически материалах поселения Аркаим зафиксировано 22 горно-металлургических орудия (кайла, кувалды, молоты, терочные плиты) и 21 инструмент металлообработки. На поселении Петровка II — 9 горно-металлургических орудий (песты и терочные плиты) и 46 металлообрабатывающих [Зданович, Семин, 2022, с. 320; Зданович, Коробкова, 1988, с. 72].

Таким образом, можно заключить, что постепенно накапливаются данные, свидетельствующие о том, что на поселениях представлены разные этапы металлопроизводства.

Финансирование. Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда № 23-18-00146 «Цветная металлургия и металлообработка Северо-Западной Азии в первой половине II тыс. до н.э. (сырье, технологии, продукция, торговля и связи)», <https://rscf.ru/project/23-18-00146/>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Виноградов Н.Б. Кулевчи III — новый памятник петровского типа в Южном Зауралье // КСИА. 1982. Вып. 169. С. 94–99.

Виноградов Н.Б. Укрепленное поселение Устье I среди памятников синташтинского и петровского типа в Южном Зауралье // Виноградов Н.Б. (отв. ред.). Древнее Устье: Укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье. Челябинск: Абрис, 2013. С. 417–428.

Голубева Е.В. Теория и практика экспериментально-трасологических исследований неметаллического инструментария раннего железного века — средневековья (на материалах южно-таежной зоны Средней Сибири). Красноярск: Сиб. фед. ун-т, 2016. 144 с.

Горашук И.В., Семин Д.В. Металлургический и металлообрабатывающий комплекс каменных орудий труда с поселения Михайло-Овсянка в Самарской области // Вестник Удмурт. ун-та. 2018. Т. 28. Вып. 4. С. 599–606.

Григорьев С.А. Особенности металлургического производства поселения Устье // Виноградов Н.Б. (отв. ред.). Древнее Устье: Укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье. Челябинск: Абрис, 2013. С. 254–258.

Орудия металлообработки из памятников позднего бронзового века Южного Зауралья...

Десярева А.Д. Технология изготовления медных и бронзовых орудий труда петровской культуры Южного Зауралья и Среднего Притоболья // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2024. № 4. С. 5–18. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2024-67-4-1>

Десярева А.Д., Кузьминых С.В. Металлопроизводство синташтинского и петровского населения Южного Зауралья по материалам укрепленного поселения Устье 1 // Виноградов Н.Б. (отв. ред.). Древнее Устье: Укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье. Челябинск: Абрис, 2013. С. 216–253.

Десярева А.Д., Кузьминых С.В., Орловская Л.Б. Металлопроизводство петровских племен (по материалам поселения Кулевчи III) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2001. № 3. С. 23–54.

Желтова М.Н., Лисицын С.Н., Степанова К.Н. Технология производства шлифованных каменных орудий в граветте Костенковско-Борщевского района // Рогачевские чтения: Труды Музея-заповедника «Костенки». Воронеж: Пресс-Бургер, 2021. Вып. 1. С. 147–157.

Загородняя О.Н. Функциональный анализ орудий металлопроизводства позднебронзового века (по материалам памятников картамышского археологического микрорайона) // КСИА. 2020. Вып. 257. С. 110–125. <http://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.257.110-125>

Зданович Г.Б., Петрова Л.Ю., Малая Н.В., Малютина Т.С. Поселение Нагайбакское — однослойный памятник алакульской культуры в Южном Зауралье // Малютина Т.С. (Отв. ред.) Степная Евразия: Бронзовый мир. Челябинск: Изд-во ЧелГУ, 2020. С. 148–184.

Зданович С.Я., Коробкова Г.Ф. Новые данные о хозяйственной деятельности населения эпохи бронзы (по результатам изучения орудий труда с поселения Петровка II) // Зданович Г.Б. (Отв. ред.) Проблемы археологии Урало-Казахстанских степей. Челябинск: Изд-во ЧелГУ, 1988.

Зданович С.Я., Семин Д.В. Каменные орудия поселения Аркаим // Григорьев С.А. (отв. ред.). Аркаим. Археология укрепленных поселений: В 2 кн. Кн. 2: Фортификации и общественное пространство. Челябинск: Изд-во ЧелГУ, 2022. С. 300–322.

Зданович С.Я., Юминов А.М. Орудия из камня поселения Черкасы II: К вопросу о типологическом анализе // *Magistra Vitae*. 2018. № 2. С. 89–104.

Килейников В.В. Каменные горнометаллургические и металлообрабатывающие орудия Мосоловского поселения // Пряхин А.Д. (отв. ред.) Эпоха бронзы восточно-европейской степи. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1984. С. 110–120.

Коробкова Г.Ф., Виноградов Н.Б. Каменные и костяные орудия из поселения Кулевчи III // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. Сер. 1, Ист. науки. 2004. № 2. С. 57–87.

Костомарова Ю.В. Орудия кузнечной обработки металла у населения позднего бронзового века лесостепного Притоболья (опыт экспериментально-трассологического анализа) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2020. № 3. С. 48–60. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2020-50-3-4>

Костомарова Ю.В., Букачева А.О., Молчанов И.В. Следы износа на орудиях переработки медной руды с поселений эпохи поздней бронзы Зауралья (экспериментально-трассологический анализ) // Поволжская археология. 2024. № 4 (50). С. 120–137. <https://doi.org/10.24852/pa2024.4.50.120.137>

Костомарова Ю.В., Сечко Е.А. Орудия для обработки металла алакульского населения лесостепного Притоболья // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2023. № 4. С. 108–119. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2023-63-4-8>

Кунгурова Н.Ю. Трассологическое изучение каменных предметов из раскопок укрепленного поселения Устье 1 // Виноградов Н.Б. (отв. ред.). Древнее Устье: Укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье. Челябинск: Абрис, 2013. С. 285–330.

Левит А.И. Коллекция каменных артефактов из раскопок укрепленного поселения Устье I // Виноградов Н.Б. (отв. ред.). Древнее Устье: укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье. Челябинск: Абрис, 2013. С. 265–285.

Петров Н.Ф., Куприянова Е.В., Алаева И.П., Чемякин Ю.П., Анкушев М.Н., Рассомахин М.А. Неопознанные артефакты и производство украшений в позднем бронзовом веке Южного Зауралья // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2025. № 1. С. 33–49. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2025-68-1-3>

Пряхин А.Д. Мосоловское поселение металлургов-литейщиков эпохи поздней бронзы. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1996.

Семенов С.А. Происхождение абразивной техники и ее значение в древнем хозяйстве // КСИА. 1961. Вып. 86. С. 3–10.

Семин Д.В., Зданович С.Я. О возможных культурных маркерах металлургического производства // Бедельбаева М.В. (отв. ред.). Сарыарка в историческом пространстве Евразии: К 70-летию В.В. Варфоломеева. Караганда: Изд-во Караганд. ун-та им. акад. Е.А. Букетова. 2024. С. 70–81.

Сериков Ю.Б. Некоторые аспекты использования каменных изделий энеолитического поселения Кулунигий 5 (по данным трассологического анализа) // Археологические вести. 2023. Вып. 40. С. 373–386. <https://doi.org/10.31600/1817-6976-2023-40-373-386>

Alaeva I.P., Molchanov I.V., Bukacheva A.O., Blinov I.A., Kabanova L.Ya., Yuminov A.M., Vinogradov N.B., Skakun N.N. Whetstones: The spectrum of sharpening operations of metal tools in the Bronze Age (Southern Trans-Urals, Russia) // *Journal of Archaeological Science: Report*. 2025. 63. 10509.

Capa D., Caricola I., Lucarini G., Mutri G., Georgakopoulou M., Boyd M.J., Margaritis E., Renfrew C. Use-wear analyses of macro-lithic artefacts from the Early Bronze Age site of Dhaskalio, central Aegean, unveil their use as tools for metalworking // *Journal of Archaeological Science: Report*. 2025. 65. 105197.

Hamon C., Gandois H., Reguer S. Identifying the stone toolkit of Copper Age and Bronze Age metallurgists: A new contribution from use-wear and XRF analysis carried out on experimental tests // *J. Archaeol. Sci.: Rep.* 55. 104512. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2024.104512>

ИСТОЧНИКИ

Молчанов И.В. Орудийный комплекс рубежа средней и поздней бронзы Южного Зауралья (по материалам укрепленных поселений Аландское, Каменный Амбар, Устье I): Автореф. дис. ... канд. ист. наук. Казань, 2013. 24 с.

**Kostomarova Yu.V.^{a,*}, Davydov R.V.^b, Bukacheva A.O.^c,
Vinogradov N.B.^d, Novoselov A.A.^e**

^a Tyumen Scientific Centre SB RAS, Chervishevskiy trakt st., 13, Tyumen, 625026, Russian Federation

^b Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS
prosp. acad. Lavrentieva, 17, Novosibirsk, 630090, Russian Federation

^c Museum-Reserve "Arkaim", Krasnoarmeyskaya st., 100, Chelyabinsk, 454090, Russian Federation

^d South Ural State Humanitarian Pedagogical University, prosp. Lenina, 69, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation

^e Tyumen State University, Volodarskogo st., 6, Tyumen, 625003, Russian Federation

E-mail: jvkostomarova@yandex.ru (Kostomarova Yu.); puer-viro@mail.ru (Davydov R.V.);
anastasia_26@list.ru (Bukacheva A.O.); vinogradov_n@mail.ru (Vinogradov N.B.);
mr.andreygeo@mail.ru (Novoselov A.A.)

Metalworking tools from the Late Bronze Age sites of the Southern Trans-Urals (based on materials from the fortified settlement of Ustye I and the settlement of Kulevchi III)

The paper observes the results of an experimental trace evidence study of metalworking tools from the sites of Ustye I (Sintashta, Petrovka Cultures) and Kulevchi III (Petrovka, Alakul Cultures). The study included running experiments on cold and hot forg of copper and bronze castings with stone tools, followed by the study of reference materials and archaeological data. Analysis of the working surfaces of the experimental tools revealed signs of wear and their dependence on the physical properties of the rock, the operation performed, and the kinematics. The analysis of ancient metalworking tools established a unified manufacturing technology, including chipping and abrasive machining. Functional groups of tools were identified, including a blacksmith's tools for cold forging and forging heated metal, and abrasive tools. A comparison of the analysed materials with data from other Bronze Age sites in the studied and adjacent territories revealed that the range of metalworking tools and the sequence of their manufacture were largely standardised. This reflects similar production processes; not only in metalworking, but in the selection of raw stone materials and stone-working techniques. However, differences have been observed in the quantitative ratio of objects, representing various stages of metal production, both among the sites under consideration and in comparison with other assemblages.

Keywords: Southern Trans-Urals, Bronze Age, metalworking, use-wear analysis, blacksmith, abrasive tools.

Funding. The study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-18-00146 «Non-ferrous metallurgy and metalworking in Northwest Asia in the first half of the 2nd millennium BC (raw materials, technologies, products, trade and communications)», <https://rscf.ru/en/project/23-18-00146/>.

REFERENCES

Golubeva, E.V. (2016). *Theory and practice of experimental traceological research of non-instrumentation of the Early Iron Age — Middle Ages (on materials of the southern taiga zone of Middle Siberia)*. Krasnoyarsk: Sibirs-kii federal'nyi universitet. (Rus.).

Gorashchuk, I.V., Semin, D.V. (2018). Metallurgical and metalworking complex of stone tools from the settlement of Mikhailo-Ovsyanka in the Samara region. *Vestnik Udmurtskogo universiteta*, 28(4), 599–606. (Rus.).

Grigor'ev, S.A. (2013). Chapter 7: Features of metallurgical production in the settlement of Ustye. In: Vinogradov N.B. (Ed.). *Drevneye Ust'ye: Ukrepennoye poseleniye bronzovogo veka v Yuzhnom Zaural'ye*. Cheliabinsk: Abris, 254–258. (Rus.).

Degtyareva, A.D. (2024). Technology of manufacturing copper and bronze tools of the Petrovka Culture of the Southern Trans-Urals and Middle Tobol region. *Vestnik arheologii, antropologii i etnografii*, (4), 5–18. (Rus.). <https://orcid.org/0000-0002-1945-7145>

* Corresponding author.

Орудия металлообработки из памятников позднего бронзового века Южного Зауралья...

Degtyareva, A.D., Kuzminykh, S.V., Orlovskaya, L.B. (2001). Metal production of the Petrovka tribes (based on the materials of the Kulevchi 3 settlement). *Vestnik arheologii, antropologii i etnografii*, (3), 23–54. (Rus.).

Degtyareva, A.D., Kuzminykh, S.V. (2013). Chapter 6: Non-ferrous metal of the Ustye site. In: Vinogradov N.B. (Ed.). *Drevneye Ust'ye: Ukreplennoye poseleniye bronzovogo veka v Yuzhnom Zaural'ye*. Chelyabinsk: Abris, 216–253. (Rus.).

Kileinikov, V.V. (1984). Stone mining, metallurgy and metalworking tools of the Mosolovskoye settlement. In: Pryakhin A.D. (Ed.). *Epoha bronzы vostochno-evropeiskoi stepi*. Voronezh: Izd-vo Voronezh. un-ta, 110–120. (Rus.).

Korobkova, G.F., Vinogradov, N.B. (2004). Stone and bone tools from the settlement of Kulevchi III. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya 1, Istoricheskie nauki*, (2), 57–87. (Rus.).

Kostomarov, Yu.V. (2020). Metal forging tools among the Late Bronze Age population of the forest-steppe Tobol region (experience of experimental traceological analysis). *Vestnik arheologii, antropologii i etnografii*, (3), 48–60. (Rus.). <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2020-50-3-4>

Kostomarov, Yu.V., Bukacheva, A.O., Molchanov, I.V. (2024). Traces of wear on copper ore processing tools from Late Bronze Age settlements in the Trans-Urals (use-wear analysis). *Povolzhskaya arheologiya*, 50(4), 120–137. (Rus.). <https://doi.org/10.24852/pa2024.4.50.120.137>

Kostomarov, Yu.V., Sechko, E.A. (2023). Metalworking tools of the Alakul population of the forest-steppe Tobol region. *Vestnik arheologii, antropologii i etnografii*, (4), 108–119. (Rus.). <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2023-63-4-8>

Kungurova, N.Yu. (2013). Chapter 10: Tracological study of stone objects from the excavations of the fortified settlement of Ustye 1. In: Vinogradov N.B. (Ed.). *Drevneye Ust'ye: Ukreplennoye poseleniye bronzovogo veka v Yuzhnom Zaural'ye*. Cheliabinsk: Abris, 285–330. (Rus.).

Levit, A.I. (2013). Chapter 9: Collection of stone artefacts from excavations of the fortified settlement of Ustye I. In: Vinogradov N.B. (Ed.). *Drevneye Ust'ye: Ukreplennoye poseleniye bronzovogo veka v Yuzhnom Zaural'ye*. Cheliabinsk: Abris, 265–285. (Rus.).

Petrov, N.F., Kupriyanova, E.V., Alaeva, I.P., Chemyakin, Yu.P., Ankushev, M.N., Rassomahin, M.A. (2025). Unidentified Artifacts and Ornament Production in the Late Bronze Age of Southern Transhuarlyya. *Vestnik arheologii, antropologii i etnografii*, (1), 33–49. (Rus.). <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2025-68-1-3>

Pryakhin, A.D. (1996). *Mosolovskoe settlement of metallurgists-founders of the Late Bronze age*. Voronezh. (Rus.).

Semenov, S.A. (1961). The origin of abrasive technology and its importance in ancient economy. *KSIA*, (86), 3–10. (Rus.).

Semin, D.V., Zdanovich, S.Ya. (2024). On Possible Cultural Markers of Metallurgical Production. In: Bedelbayeva M.V. (Ed.). *Saryarka v istoricheskom prostranstve Evrazii: K 70-letiyu V.V. Varfolomeeva*. Karaganda: Izdatel'stvo Karagandinskogo universiteta imeni akademika E.A. Buketova, 70–81. (Rus.).

Serikov, Yu.B. (2023). Some aspects of the use of stone products from the Eneolithic settlement of Kuluni-gyi 5 (according to trace analysis). *Arheologicheskie vesti*, (40), 373–386. (Rus.). <https://doi.org/10.31600/1817-6976-2023-40-373-386>

Vinogradov, N.B. (1982). Kulevchi III — a site of the Petrovka type in the Southern Trans-Urals. *KSIA*, (169), 94–100. (Rus.).

Vinogradov, N.B. (2013). Chapter 15: The fortified settlement of Ustye I among the monuments of the Sintashta and Petrovka types in the Southern Trans-Urals. In: Vinogradov N.B. (Ed.). *Drevneye Ust'ye: Ukreplennoye poseleniye bronzovogo veka v Yuzhnom Zaural'ye*. Cheliabinsk: Abris, 417–428. (Rus.).

Zagorodnyaya, O.N. (2020). Functional analysis of metal production tools of the Late Bronze Age (based on materials from the Kartamysh archaeological microdistrict). *KSIA*, (257), 110–125. (Rus.). <http://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.257.110-125>

Zdanovich, G.B., Petrova, L.Yu., Malaya, N.V., Malyutina, T.S. (2020). The Nagaybak settlement is a single-layer monument of the Alakul culture in the Southern Trans-Urals. In: Malyutina T.S. (Ed.). *Stepnaya Evraziya: bronzovyy mir*. Chelyabinsk: Izd-vo Chelyab. un-ta, 148–184. (Rus.).

Zdanovich, S.Ya., Korobkova, G.F. (1988). New data on the economic activity of the population of the Bronze Age (based on the results of the study of tools from the settlement of Petrovka II). In: Zdanovich G.B. (Ed.). *Problemy arkheologii Uralo-Kazakhstanskikh stepei*. Cheliabinsk: Chelyabinskij universitet, 60–79. (Rus.).

Zdanovich, S.Ya., Semin, D.V. (2022). Stone tools of the Arkaim settlement. In: Grigor'ev S.A. (Ed.). *Arkaim. Arheologiya ukreplennykh poselenii: Fortifikatsii i obshchestvennoe prostranstvo. Kn. 2*. Chelyabinsk: Izd-vo ChelGU, 300–322. (Rus.).

Zdanovich, S.Ya., Yuminov, A.M. (2018). Stone tools from the settlement of Cherkasy II: Towards the issue of typological analysis. *Magistra Vitae*, (2), 89–104. (Rus.).

Zhel'tova, M.N., Lisycyn, S.N., Stepanova, K.N. (2021). Technology of production of polished stone tools in the Gravettian of the Kostenki-Borshchevsky district. In: *Rogachevskie chteniya: Trudy Muzeya-zapovednika «Kostenki»*, (1). Voronezh: Press-Burger, 147–157. (Rus.).

Костомарова Ю.В., <https://orcid.org/0000-0001-5053-8464>

Давыдов Р.В., <https://orcid.org/0000-0001-6580-2811>

Букачева А.О., <https://orcid.org/0000-0002-3578-5675>

Виноградов Н.Б., <https://orcid.org/0000-0002-0434-6012>

Новоселов А.А., <https://orcid.org/0000-0001-8589-2316>

Сведения об авторах:

Костомарова Юлия Валерьевна, научный сотрудник, Тюменский научный центр СО РАН, Тюмень.

Давыдов Роман Вячеславович, младший научный сотрудник, Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск.

Букачева Анастасия Олеговна, начальник отдела охраны и изучения, Государственный историко-археологический музей-заповедник «Аркаим», Челябинск.

Виноградов Николай Борисович, доктор исторических наук, профессор, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Челябинск.

Новоселов Андрей Андреевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Тюменский государственный университет, Тюмень.

About the authors:

Kostomarova, Yu.V., Researcher, Tyumen Scientific Centre SB RAS, Tyumen.

Davydov, R.V., Junior Researcher, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS, Novosibirsk.

Bukacheva, A.O., Head of the Department for the Conservation and Study, Cultural Heritage Objects, State historical and archaeological museum-reserve "Arkaim", Chelyabinsk.

Vinogradov, N.B., Doctor of Historical Sciences, Professor, South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk.

Novoselov, A.A., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Tyumen State University, Tyumen.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Accepted 02.10.2025

Article is published: 15.12.2025