

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПОВОЛЖСКАЯ АРХЕОЛОГИЯ



№ 4 (50)
2024

Главный редактор

академик АН РТ, доктор исторических наук **А.Г. Ситдииков**

Заместители главного редактора:

член-корреспондент АН РТ, доктор исторических наук **Ф.Ш. Хузин**

доктор исторических наук **Ю.А. Зеленева**

Ответственный секретарь – кандидат ветеринарных наук **Г.Ш. Асылгараева**

Редакционный совет:

Б.А. Байтанаев – академик НАН РК, доктор исторических наук (Алматы, Казахстан) (председатель), **Х.А. Амирханов** – академик РАН, доктор исторических наук, профессор (Москва, Россия), **С.Г. Бочаров** – кандидат исторических наук (Севастополь, Россия), **П. Георгиев** – доктор наук, доцент (Шумен, Болгария), **Е.П. Казаков** – доктор исторических наук (Казань, Россия), **Н.Н. Крадин** – член-корреспондент РАН, доктор исторических наук, профессор (Владивосток, Россия), **А. Тюрк** – Ph.D. (Будапешт, Венгрия), **А.А. Тишкин** – доктор исторических наук, профессор (Барнаул, Россия), **В.С. Синика** – доктор исторических наук (Тирасполь, Молдова), **Б.В. Базаров** – академик РАН, доктор исторических наук, профессор (Улан-Удэ, Россия), **Д.С. Коробов** – доктор исторических наук, профессор РАН (Москва, Россия), **О.В. Кузьмина** – кандидат исторических наук (Самара, Россия), **П. Дегри** – профессор (Лёвен, Бельгия), **Вэй Джан** – Ph.D, профессор (Пекин, Китай), **А.С. Сагдуллаев** – академик АН РУз, доктор исторических наук, профессор (Ташкент, Узбекистан), **Р.Х. Сулейманов** – доктор исторических наук, профессор (Ташкент, Узбекистан), **М.М. Саидов** – доктор исторических наук, профессор (Самарканд, Узбекистан), **Ш.Б. Шайдуллаев** – доктор исторических наук, профессор (Термез, Узбекистан)

Редакционная коллегия:

А.А. Выборнов – доктор исторических наук, профессор (Самара, Россия)
М.Ш. Галимова – кандидат исторических наук (Казань, Россия)
Р.Д. Голдина – доктор исторических наук, профессор (Ижевск, Россия)
С.В. Кузьминых – кандидат исторических наук (Москва, Россия)
А.Е. Леонтьев – доктор исторических наук (Москва, Россия)
Т.Б. Никитина – доктор исторических наук (Йошкар-Ола, Россия)
А.А. Чижевский – кандидат исторических наук (Казань, Россия)

Ответственные за выпуск:

А.Г. Ситдииков – академик АН РТ, доктор исторических наук

Д.К. Тулуш – кандидат исторических наук

Адрес редакции:

420012 Республика Татарстан, г. Казань, ул. Бутлерова, 30

Телефон: (843) 236-55-42

E-mail: arch.pov@mail.ru

<http://archaeologie.pro>

Индекс ПП753,

электронный Каталог печатных изданий "ПОЧТА РОССИИ"

Выходит 4 раза в год

© ГНБУ «Академия наук Республики Татарстан», 2024

© ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», 2024

© Журнал «Поволжская археология», 2024

Издательство «Фэн»



Казань, Республика Татарстан

Editor-in-Chief:

Academician of the Tatarstan Academy of Sciences,
Doctor of Historical Sciences **A. G. Sitdikov**

Deputy Chief Editors:

Corresponding Member of the Tatarstan Academy of Sciences, Doctor of Historical Sciences **F. Sh. Khuzin**
Doctor of Historical Sciences **Yu. A. Zelenev**
Executive Secretary – Candidate of Veterinary Sciences **G. Sh. Asylgaraeva**

Executive Editors:

B. A. Baitanayev – of the Nacional Academy of the RK, Doctor of Historical Sciences (Almaty, Republic of Kazakhstan) (chairman), **Kh. A. Amirkhanov** – Academician of RAS, Doctor of Historical Sciences, Professor (Moscow, Russian Federation), **S. G. Bocharov** – Candidate of Historical Sciences (Sevastopol, Russian Federation), **P. Georgiev** – Doctor of Historical Sciences (Shumen, Bulgaria), **E. P. Kazakov** – Doctor of Historical Sciences (Kazan, Russian Federation), **N. N. Kradin** – Doctor of Historical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (Vladivostok, Russian Federation), **A. Türk** – Ph.D. (Budapest, Hungary), **A. A. Tishkin** – Doctor of Historical Sciences, Professor (Barnaul, Russian Federation), **V. S. Sinika** – Doctor of Historical Sciences (Tiraspol, Moldova), **B. V. Bazarov** – Academician of RAS, Doctor of Historical Sciences, Professor (Ulan-Ude, Russian Federation), **D. S. Korobov** – Doctor of Historical Sciences, Professor (Moscow, Russian Federation), **O. V. Kuzmina** – Candidate of Historical Sciences (Samara, Russian Federation), **P. Degryse** – Professor (Leuven, Belgium), **Wei Jian** – Ph.D, Professor (Beijing, China), **A. S. Sagdullaev** – Academician of the National Academy of the Republic of Uzbekistan, Doctor of Historical Sciences, Professor (Tashkent, Republic of Uzbekistan), **R. Kh. Suleymanov** – Doctor of Historical Sciences, Professor (Tashkent, Republic of Uzbekistan), **M. M. Saidov** – Doctor of Historical Sciences, Professor (Samarkand, Republic of Uzbekistan), **Sh. B. Shaidullaev** – Doctor of Historical Sciences, Republic of Professor (Termez, Uzbekistan)

Editorial Board:

A. A. Vybornov – Doctor of Historical Sciences, Professor (Samara State Academy of Social Sciences and Humanities, Samara, Russian Federation)
M. Sh. Galimova – Candidate of Historical Sciences (Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Kazan, Russian Federation)
R. D. Goldina – Doctor of Historical Sciences, Professor (Udmurt State University, Izhevsk, Russian Federation)
S. V. Kuzminykh – Candidate of Historical Sciences (Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation)
A. E. Leont'ev – Doctor of Historical Sciences (Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation)
T. B. Nikitina – Doctor of Historical Sciences (Mari Research Institute of Language, Literature and History named after V. M. Vasilyev, Yoshkar-Ola, Russian Federation)
A. A. Chizhevsky – Candidate of Historical Sciences (Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Kazan, Russian Federation)

Responsible for Issue

A. G. Sitdikov – Academician of the Tatarstan Academy of Sciences, Doctor of Historical Sciences
D. K. Tulush – Candidate of Historical Sciences

Editorial Office Address:

Butlerov St., 30, Kazan, 420012, Republic of Tatarstan, Russian Federation

Telephone: (843) 236-55-42

E-mail: arch.pov@mail.ru

<http://archaeologie.pro>

© Tatarstan Academy of Sciences (TAS), 2024

© Mari State University, 2024

© “Povolzhskaya Arkheologiya” Journal, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

От редколлегии.....8

Культурно-исторические процессы в евразийских степях в эпоху раннего металла: феномен ранних кочевников Евразии, традиции и инновации

<i>Grumeza L., Cojocaru V. (Iasi, Romania)</i> On the edge of the eurasian steppes: the sarmatian culture in the 1st–3rd centuries ad east of the Carpathians.....	12
<i>Кириченко Д.А. (Баку, Азербайджанская Республика)</i> Скифы в Азербайджане: история одного убийства (археология и антропология).....	24
<i>Хаванский А.И. (Москва, Россия), Бисембаев А.А. (Алматы, Казахстан)</i> Ранняя бронза степного Приуралья и Западного Казахстана: некоторые итоги и перспективы исследования.....	31
<i>Варенов А.В. (Новосибирск, Россия)</i> Бронзовые колеса со спицами из Саньсиндуня и древнеиндийские мифы о Гаруде	43
<i>Бородовский А.П. (Новосибирск, Россия)</i> Культурная идентификация населения Верхней Оби эпохи раннего железа по материалам археологии и антропологии (Быстровский некрополь).....	56
<i>Берсенева Н.А. (Челябинск, Россия)</i> Возрастные структуры в обществах кочевников раннего железного века Южного Урала (предварительные результаты исследования).....	65
<i>Поляков А.В. (Санкт-Петербург, Россия)</i> Лошадь в культурах эпохи палеометалла Минусинских котловин	73
<i>Серегин Н.Н., Матренин С.С. (Барнаул, Россия)</i> Комплекс женских украшений населения Северного Алтая предтюркского времени (по материалам некрополя Чобурак-I)	81
<i>Кондрашин В.В. (Казань, Россия), Мышкин В.Н. (Самара, Россия)</i> Результаты металлографического исследования коллекции кузнечных изделий из материалов раскопок селища Подгоры V на Самарской Луке	93
<i>Кулькова М.А., Кашуба М.Т., Кульков А.М., Кожуховская Ю.В., Тихомиров В.А., Стрельцов М.А., Маркова М.А. (Санкт-Петербург, Россия)</i> Новые данные о рационе питания человека в позднем бронзовом – раннем железном веке в Крыму по результатам анализа стабильных изотопов углерода, азота и радиоуглеродного датирования	104
<i>Костомарова Ю.В. (Тюмень, Россия), Букачева А.О. (Челябинск, Россия), Молчанов И.В. (Екатеринбург, Россия)</i> Следы износа на орудиях переработки медной руды с поселений эпохи поздней бронзы Зауралья (экспериментально-трассологический анализ).....	120

*Кузьминых С.В. (Москва, Россия), Дегтярева А.Д. (Тюмень, Россия),
Артемов Д.А., Блинов И.А. (Миасс, Россия),
Орловская Л.Б. (Москва, Россия)*

Аналитическое исследование металла
петровской культуры Северного Казахстана138

Урбанизм степной Евразии в средние века

*Кузенков П.В. (Севастополь, Россия),
Могаричев Ю.М. (Симферополь, Россия),
Малоизвестный источник о начальном этапе
монгольского проникновения в Крымскую Готию151*

*Пигарёв Е.М. (Йошкар-Ола, Россия)
Урбанизация низовьев Волги в эпоху Золотой Орды158*

*Казаков П.В. (Астрахань, Россия), Пигарёв Е.М. (Йошкар-Ола, Россия)
Свинцовые грузики Селитренного городища:
типология и классификация.....167*

*Зеленев Ю.А. (Йошкар-Ола, Россия)
Урбанизм в степном Поволжье в XIII–XV вв.182*

Единство и многообразие материальной культуры Степной Евразии: взаимодействие, трансформация культур, идей и технологий

*Степанова Е.В., Кацуба М.Т. (Санкт-Петербург, Россия)
«Киммерийские» узды из кургана у Слободзеи (Нижнее Поднестровье)189*

*Тишкин А.А. (Барнаул, Россия), Табалдиев К.Ш. (Бишкек, Кыргызстан),
Бондаренко С.Ю. (Барнаул, Россия)
Два в одном: использование «оленного» камня для изготовления
изваяния в тюркское время (результаты фотограмметрии
в археолого-архитектурном комплексе «Башня Бурана» Кыргызстана) ..200*

*Руденко К.А., Казаков Е.П. (Казань, Россия)
Торговля на пойменных селищах эпохи средневековья
низовий Камы в XII–XIV вв. (по находкам металлических зеркал)209*

*Воронов В.В. (Йошкар-Ола, Россия)
Нагрудные украшения из погребений Большепамъяльского
могильника XVIII – середины XIX вв.222*

*Точилова Н.Н. (Санкт-Петербург, Россия),
Гринев А.М. (Великий Новгород, Россия)
Роговые накладки в форме бута с изображением фантастических
животных из Великого Новгорода: проблемы функциональной
и стилистической атрибуции237*

Список сокращений248

Правила для авторов250

CONTENT

From the editorial board.....8

Cultural and historical processes in the Eurasian Steppes in the Early Metal Era: the phenomenon of the early nomads of Eurasia, traditions and innovations

<i>Grumeza L., Cojocaru V. (Iasi, Romania)</i> On the edge of the eurasian steppes: the sarmatian culture in the 1st–3rd centuries ad east of the Carpathians.....	12
<i>Kirichenko D.A. (Baku, Azerbaijan Republic)</i> Scythians in Azerbaijan: the history of one murder (archaeology and anthropology).....	24
<i>Khavansky A.I. (Moscow, Russian Federation), Bisembaev A.A. (Almaty, Republic of Kazakhstan)</i> Early Bronze Age of the steppe Urals and Western Kazakhstan: some results and research prospects	31
<i>Varenov A.V. (Novosibirsk, Russian Federation)</i> Bronze spoked wheels from Sanxingdui and ancient indian myths about Garuda.....	43
<i>Borodovskiy A.P. (Novosibirsk, Russian Federation)</i> Cultural identification of the upper Ob population of the early iron age based on the materials of archaeology and anthropology (Bystrov necropolis).....	56
<i>Berseneva N.A. (Chelyabinsk, Russian Federation)</i> Age-linked Groups in the Early Iron Age nomadic societies (preliminary results)	65
<i>Poliakov A.V. (St. Petersburg, Russian Federation)</i> Horse in the Palaeometal era cultures of the Minusinsk basin	73
<i>Seregin N.N., Matrenin S.S. (Barnaul, Russian Federation)</i> Women's Jewelry set of the Northern Altai population in Pre-Turkic period (based on materials of the Choburak-I necropolis).....	81
<i>Kondrashin V.V. (Kazan, Russian Federation), Myshkin V.N. (Samara, Russian Federation)</i> Results of the metallographic study of blacksmithing items from the excavations at Podgory V settlement on the Samara Bend.....	93
<i>Kulkova M.A. St., Kashuba M.N., Kulkov A.M., Kozhukhovskaya Yu.V., Tikhomirov V.A., Streltsov M.A., Markova M.A. (St. Petersburg, Russian Federation)</i> New evidence on the Late Bronze – Early Iron Age human nutrition in the Crimea (northern Pontic Region) based on the stable isotope analysis and radiocarbon dating.....	104

<i>Kostomarova Yu.V. (Tyumen, Russian Federation), Bukacheva A.O. (Chelyabinsk, Russian Federation), Molchanov I.V. (Ekaterinburg, Russian Federation)</i>	
Use-Wear traces on copper ore processing tools from Late Bronze sites of the Trans-Urals(use wear analysis).....	120
<i>Kuzminykh S.V. (Moscow, Russian Federation), Degtyareva A.D. (Tyumen, Russian Federation), Artemyev D.A., Blinov I.A. (Miass, Russian Federation), Orlovskaya L.B. (Moscow, Russian Federation)</i>	
Analytical study of metal from the Petrovka Culture of Northern Kazakhstan	138

Urbanism of Steppe Eurasia in the Middle Ages

<i>Kuzenkov P.V. (Sevastopol, Russian Federation), Mogarichev Yu.M. (Simferopol, Russian Federation)</i>	
A little-known source about the initial stage of Mongol penetration into Crimean Gothia.....	151
<i>Pigarev E.M. (Yoshkar-Ola, Russian Federation)</i>	
The urbanization of the Lower Volga region in the Golden Horde era	158
<i>Kazakov P.V. (Astrakhan, Russia), Pigarev E.M. (Yoshkar-Ola, Russian Federation)</i>	
Lead weights of the Selitrennoe settlement: typology and classification	167
<i>Zeleneev Yu.A. (Yoshkar-Ola, Russian Federation)</i>	
Urbanism in the steppe Volga Region in the XIII–XV centuries.....	182

Unity and diversity of material culture of Steppe Eurasia: interaction, transformation of cultures, ideas and technologies

<i>Stepanova E.V., Kashuba M.T. (St. Petersburg, Russian Federation)</i>	
“Cimmerian” bridles from a barrow near Slobozia (Lower Dniester Region)	189
<i>Tishkin A.A. (Barnaul, Russian Federation), Tabaldiev K.Sh. (Bishkek, Kyrgyzstan), Bondarenko S.Y. (Barnaul, Russian Federation)</i>	
Two in one: the use of "deer" stone for making a statue in the Turkic period (results of photogrammetry in the archaeological and architectural complex "Burana Tower" in Kyrgyzstan)	200
<i>Rudenko K.A., Kazakov E.P. (Kazan, Russian Federation)</i>	
Trade in floodplain medieval settlements of the Lower Kama region in the XII–XIV centuries (based on the finds of metal mirrors).....	209
<i>Voronov V.V. (Yoshkar-Ola, Russian Federation)</i>	
Breast decorations from the burials of the Bolshiye Pamyaly burial ground of the XVIII – first half of the XIX century.	222
<i>Tochilova N.N. (St. Petersburg, Russian Federation), Grinev A.M. (Novgorod the Great, Russian Federation)</i>	
Paisley-shaped antler onlays with fantastic beasts from Veliky Novgorod: issues of functional and stylistic attribution	237
List of Abbreviations.....	248
Submissions	250

УДК 902/904 902.01

<https://doi.org/10.24852/pa2024.4.50.120.137>

СЛЕДЫ ИЗНОСА НА ОРУДИЯХ ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНОЙ РУДЫ С ПОСЕЛЕНИЙ ЭПОХИ ПОЗДНЕЙ БРОНЗЫ ЗАУРАЛЬЯ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТРАСОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ)¹

© 2024 г. Ю.В. Костомарова, А.О. Букачева, И.В. Молчанов

Работа направлена на решение проблемы выделения в орудийных комплексах поселений позднего бронзового века Зауралья инструментов для переработки медной руды. В статье представлены результаты серии из 11 экспериментов по дроблению и растиранию медьсодержащей породы. В качестве орудий использованы гальки и плитки из разных пород камня (диорит, кремень, силицит, порфирит, кварцит, гранит, кварцевый песчаник). В результате получены, детально описаны и проанализированы следы срабатанности на экспериментальных орудиях. Установлено, что признаки износа зависят от конкретной операции, физических свойств породы, размера заготовки, твердости обрабатываемого сырья. Сравнение полученных данных с археологическим материалом эпохи бронзы Зауралья (пос. Устье I, Кулевчи III, Камышное I) показало, что орудия для переработки руды представлены в незначительном количестве (10 экз.), что может свидетельствовать о подготовке руды для плавки, преимущественно за пределами поселений.

Ключевые слова: археология, Зауралье, эпоха поздней бронзы, орудия дробления и растирания, медная руда, экспериментально-трассологический анализ, следы срабатанности.

Введение

Экспериментально-трассологическое изучение орудийных комплексов эпохи бронзы Зауралья и сопредельных территорий позволило исследователям выделить инструментарий, связанный со всеми циклами металлопроизводства: добычей руды, ее дальнейшей переработкой, плавкой, литьем, металлообработкой. Согласно типологии, разработанной В.В. Килейниковым, он делится на две группы: горно-металлургические орудия и металлообрабатывающие (Килейников, 1984). Последние имеют специфические, хорошо диагностируемые и идентифицируемые следы износа, что неоднократно подтверждено, в том числе экспериментальными данными (Килейников, 1984; Потемкина, 1985; Зданович, Коробкова, 1988; Пряхин, 1995; Ко-

робкова, Виноградов, 2004; Молчанов, 2013; Голубева, 2016; Горашук, Семин, 2018; Костомарова, 2020; Зданович, Семин, 2022; Костомарова, Сечко, 2023). В первой группе выделяются инструменты, использовавшиеся на этапе добычи руды и ее обогащения (кайла, кувалды, молоты и др.). Они обнаружены при исследовании древних рудников, в меньшем количестве на поселениях. Зафиксированы их морфологические признаки, а также специфика следов износа (Килейников, 1984; Пряхин, 1995, с. 81–82; Черных, Вальков, 2004, с. 168; Горашук, Колев, 2004; Фомичев, 2015; Горашук, Семин, 2018; Алаева и др., 2021; Анкушева и др., 2022, с. 144; Зданович, Семин, 2022; Ankusheva, etc., 2023). Эти изделия имеют широкие территориальные аналогии (например, Caricola and

¹ Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 23-18-00146, <https://www.rscf.ru/project/23-18-00146/>) (Костомарова Ю.В. постановка цели исследования; экспериментально-трассологический анализ орудий для обработки руды пос. Камышное I, Кулевчи III, Устье I; экспериментальные работы – эксперименты № 1, 2, 4–8, 10, 11, интерпретация результатов); в рамках бюджетной темы ИИиА УрО РАН № 124032100052-6 «Культурное пространство Урала: археологические и этнологические исследования» (Молчанов И.В., эксперимент 3).

other, 2020; Timberlake, 2023). Следующий технологический этап металлопроизводства представлен орудиями для дробления и растирания небольших фрагментов рудной породы. Для этого использовались песты и терочные плиты – рудотерки (Килейников, 1984; Пряхин, 1995, с. 83; Потемкина, 1985; Кунгурова, 2013; Кунгурова, Варфоломеев, 2013; Горашук, Семин, 2018; Зданович, Семин, 2022). При этом описание следов износа на этих орудиях, обнаруженных на разных памятниках как Южного Зауралья, так и за его пределами, отличается (Семенов, 1969, с. 8–9; Килейников, 1984; Пряхин, 1985; Зданович, Коробкова, 1988, с. 62; Коробкова, Виноградов, 2004, с. 60; Кунгурова, 2013, с. 313; Загородняя, 2011, 2020). Следовательно, актуальной задачей является проведение серии экспериментов по дроблению и растиранию медьсодержащей породы и уточнение признаков сработанности на орудиях. Статья посвящена вводу в научный оборот результатов проведенных работ.

Материалы, методы и условия эксперимента

Исследование базируется на экспериментально-трассологическом методе. Проведению экспериментальных работ предшествовало изучение орудийных комплексов пос. Устье I и Кулевчи III (синташтинско-петровский и петровско-алакульский комплекс соответственно) (Древнее Устье..., 2013; Виноградов, 1982, с. 97); учтен опыт аналогичного изучения синхронных материалов других территорий и выделенные на их основании классы и типы орудий (например: Килейников, 1984; Горашук, Семин, 2018; Зданович, Семин, 2022). Было необходимо выявить отличительные признаки инструментов, задействованных на финальной стадии переработки руды с учетом разновидности породы камня орудия, медьсодержащей породы

и времени использования. Поэтому экспериментальные работы были сосредоточены на получении эталонов по измельчению и растиранию небольших фракций рудного сырья до порошкообразного состояния (рис. 1).

Руда для большей части экспериментов отобрана с рудника Новотемирский, расположенного в западной части Чесменского района Челябинской области, в 1 км к ЮЮВ от одноименного поселка, на левом берегу р. Темир-Зингейки. Исследования на руднике позволили установить факт его эксплуатации в эпоху бронзы алакульским населением (Алаева и др., 2021). Руда относится к типу окисленных (малахитовые и хризокolloвые) в серпентинитах. Для дробления отбирались фрагменты с большей концентрацией необходимого сырья (эксперименты № 1, 2, 4–6, 10, 11). В одном эксперименте использовалась хорошо насыщенная медью порода с Каргалинского рудника (эксперимент № 9) (Скочина, Костомарова, 2023). В экспериментах № 3, 7, 8 измельчаемая порода была твердой и слабо насыщена рудой.

В качестве активных орудий – пестов – использовано семь галек из разных пород (диорит, кремнь, силицит, порфирит, кварцит, гранит, кварцевый песчаник). При выборе сырья учитывались результаты петрографических определений каменных инструментов с пос. Кулевчи III, Устье I, а также памятников позднего бронзового века лесостепного Притоболья (Коробкова, Виноградов, 1994, с. 60; Древнее Устье..., 2013, с. 270–284; Потемкина, 1985). У шести заготовок поверхность была немодифицирована; в одном случае (эксперимент № 8) исходное сырье доработано оббивкой. Все инструменты использовались без креплений.

У пяти предметов в работе был задействован один торец; у двух – оба и боковая часть. В качестве рудотер-



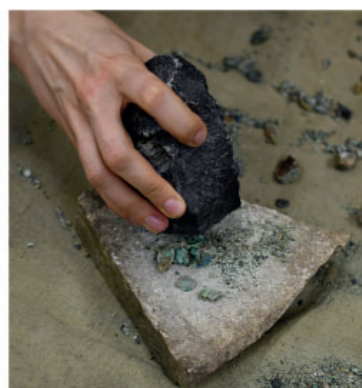
1



2



3



4



5



6

Рис. 1. Экспериментальные работы по дроблению и растиранию медьсодержащей породы.

Fig.1. Experimental work on crushing and grinding copper-bearing rock.

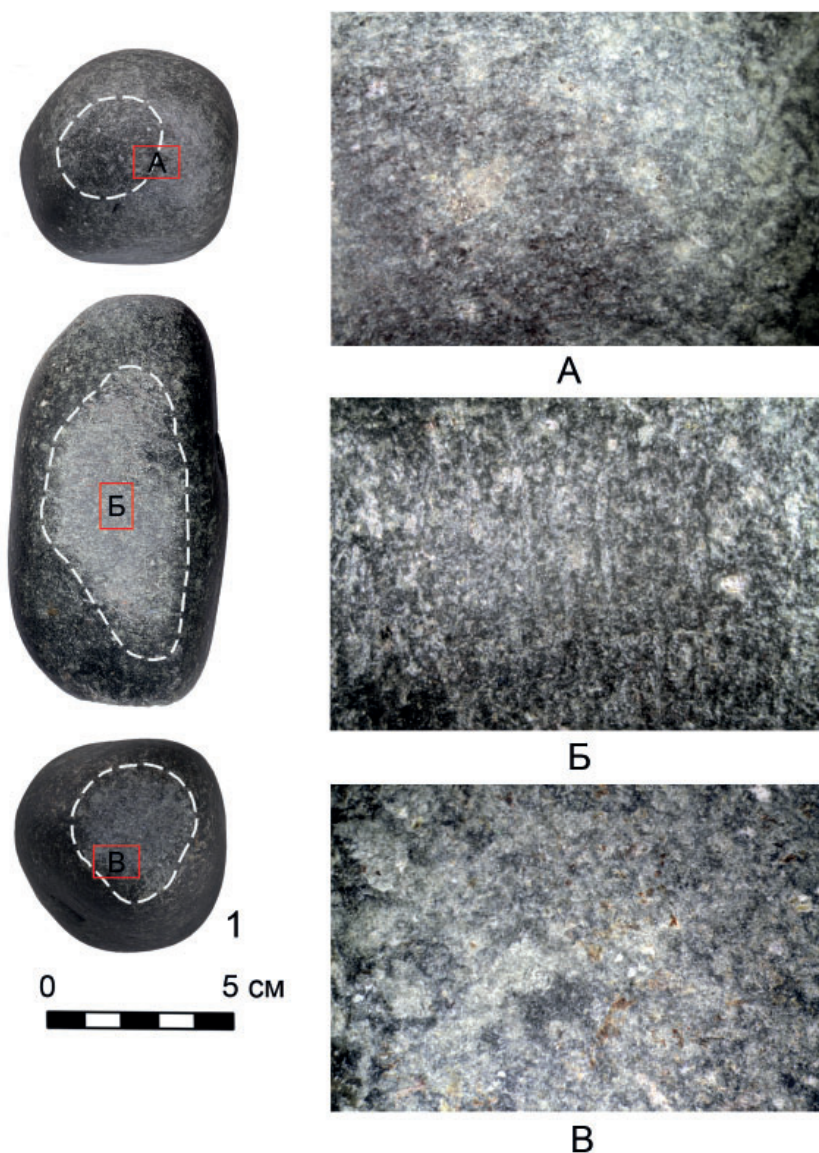


Рис. 2. Экспериментальный пест. Диорит (1). (А – дробление, $\times 20$; Б – растирание, $\times 10$; В – дробление и растирание, $\times 10$).

Fig.2. Experimental pestle. Diorite (1). (A – crushing, $\times 20$; Б – grinding, $\times 10$; В – crushing and grinding, $\times 10$).

ки использованы четыре уплощенных каменных валуна из гранита (2 экз.), сиенита, песчаника. В процессе эксперимента велся дневник, куда вносились все изменения рабочей площадки орудия, фиксировалось время работы, велась фотофиксация основных этапов работы, макро- и микропризнаков износа.

В результате 11 экспериментов получены образцы 15 рабочих поверхностей со следами сработанности от разных операций (11 – на активных орудиях, 4 – на пассивных).

Трасологический анализ и микрофотографии следов сработанности на орудиях выполнены с помощью панкратического микроскопа MC-2 Z00M

с увеличением до $\times 40$ с камерой Canon EOS-1100 и Nikon D7500.

Результаты экспериментальных работ

Экспериментальные работы представлены тремя блоками. Первый включал дробление медьсодержащей породы (табл. 1, эксп. № 1–3). Производилось раскалывание крупных угловатых фракций породы с содержанием меди размерами $7\text{--}10 \times 3\text{--}7 \times 4\text{--}6$ см, весом от 320 до 530 г, до более мелких – размерами $0,7\text{--}2$ см (рис. 2: А; 3: А; 4: А).

Первичные удары, направленные на раскалывание крупного фрагмента, были более сильными, осуществлялись с высоты около 20–25 см. Затем удары становились не столь интенсивными и осуществлялись с меньшей высоты – 10–15 см. Таким образом, частицы руды не разлетались, и можно было без потерь доводить сырье до нужного состояния. В качестве активных орудий использованы три гальки из диорита, кремния, силицита (кремневая порода). Их описание, характеристика следов сработанности представлены в таблице 1.

Спецификой рабочих площадок является их истертость, присутствие угловатых выбоинок, количество и плотность которых зависела от использованного сырья. На орудии из диорита эти признаки занимают практически весь торец (рис. 2: А). По периметру его рабочей зоны фиксируются короткие царапины, расположенные разнонаправленными группами и по одной. На орудиях из кремнистых пород картина следов износа характеризуется меньшей степенью деформации, однако зависит от веса орудия и силы удара: на орудии из кремния (эксп. № 2) выбоинки и сколы единичные, истирание трудно различимо (рис. 3: Б). На предмете из силицита (эксп. № 3) эти признаки выражены сильнее (рис. 4: А).

В качестве пассивных орудий для экспериментов № 1–3 использованы уплощенные валуны из гранита. Характеристика этих орудий представлена в таблице 2. Операция по дроблению медьсодержащей породы способствовала появлению на рабочих площадках сначала отдельных очень мелких выбоинок, расплющиванию зерен породы – в зоне непосредственного контакта с сырьем, особенно если оно имело угловатые очертания. По мере измельчения руды появлялись признаки затертости, которые формировались первоначально на выступающих участках (рис. 6: 1, А).

Второй блок экспериментов включал *дробление и растирание медьсодержащей породы до порошкообразного состояния* (табл. 1, эксп. № 4–9; рис. 2: В; 3: А; 4: Б; 5). Они проводились с целью получения следов сработанности от нескольких операций. Сначала происходило дробление фракций руды размерами $7\text{--}10 \times 3\text{--}8 \times 4\text{--}5,6$ см до более мелких, затем доведение их до порошкообразного состояния. Осуществлялись чередование ударных действий с высоты 25–30 см, затем 3–5 см от обрабатываемого сырья и растирающих движений небольшой амплитуды в горизонтальной плоскости с периодическим нажимом. В качестве активных орудий использовано шесть галек: две из них из предыдущего блока экспериментов (из диорита и кремния), в работе задействованы противоположные несработанные торцы (таблица № 1, эксп. № 4, 5). Кроме того, использованы орудия из кварцита (табл. 1, эксп. № 6), гранита (табл. 1, эксп. № 7), порфирита (табл. 1, эксп. № 8), кварцевого песчаника (табл. 1, эксп. № 9). Отметим, что сравнение следов сработанности на предметах выявило их схожесть, особенно на орудиях из эксп. № 4, 6, 7, 8. На инструменте из кремния блок признаков изно-

Таблица 1

Перечень экспериментов и описание следов износа
на активных орудиях по переработке медной руды

№ экп	Заготовка, сырье	Размеры, см	Вес, гр	Расположение рабочей площадки	Операция	Время использования, мин	Следы сработанности
1	галька овальная, окатанная, шероховатая, темно-серого цвета, немодифицированная, диорит (рис. 2)	10×5,4×5	526	торец 1	дробление	50	мелкие округлые выбоинки разных очертаний и глубины (более интенсивны в центре); короткие хаотичные царапины (в местах перехода к боковым поверхностям); затертость; рабочий участок приобрел более светлый оттенок. На микроуровне: замятость, истертость выступающих зерен; линейные следы – короткие параллельные друг другу бороздки, расположенными хаотичными группами (рис. 2: А).
2	галька овальная, окатанная, гладкая, темно-серого цвета, немодифицированная, кремнь (рис. 3)	9,2×7,4×5,2	566	боковая поверхность	дробление	30	на выступающем участке образовалась рабочая площадка размерами 3,5×3 см со слабой истертостью, единичными плоскими выбоинками угловатых очертаний, имеющими более светлый оттенок. На микроуровне – истертость, единичные выбоинки (рис. 3: Б).
3	галька, трапециевидная, окатанная, гладкая, темно-зеленого, немодифицированная, силицит (рис. 4: 1)	15×7,5–11×4–5,5–7,2	1900	торец 1	дробление	35	мелкие выбоинки угловатых очертаний, выкрошенность; изменение цвета рабочей зоны в результате общей истертости. На микроуровне – замятость и разрушение зерен породы, короткие параллельные друг другу бороздки линейных следов, расположенные хаотичными группами (рис. 4: А).
4	галька из экп. 1 (рис. 2)	10×5,4×5	526	торец 2	дробление, растирание	50	первоначально – многочисленные выбоинки, затертость; в процессе растирания – постепенное выравнивание, сглаживание рабочего участка, он приобретал более темный оттенок. На рабочей зоне по всему диаметру появилась граница в виде намечающейся грани. На микроуровне – чередование выступающих участков и мелких выбоинок, перекрытых линейными следами – удлиненными параллельными друг другу бороздками и очень тонкими царапинами, заходящими на прилегающие боковые части (рис. 2: Б).
5	галька из экп. 2 (рис. 3)	9,2×7,4×5,2	566	торец 1	дробление, растирание	40	мало заметная невооруженным глазом затертость, единичные мелкие выбоинки подтреугольных очертаний. На микроуровне – тусклая заполировка, расположенная пятнами на выступающих участках и удлиненные тонкие линейные следы – царапины (рис. 3: А).
6	галька, овальная, шероховатая, светло-коричневого цвета, немодифицированная, кварцит (рис. 4: 2)	15×5,7–9,1×4–5,3	1008	торец 1	дробление, растирание	30	рабочая поверхность выравнивалась, признаки деформации сшивелированы, на микроуровне – зерна породы сглажены и истерты, фиксируются линейные следы – в виде разнонаправленных удлиненных рисок параллельных друг другу (рис. 4: Б).
7	галька овальная, окатанная, шероховатая, серого цвета, немодифицированная, гранит (пегматит) (рис. 5: 1)	10×7,8×4	560	торец 1	дробление, растирание	60	отдельные мелкие угловатых очертаний выбоинки; их перекрыла затертость, осветляющая рабочую зону. Рельеф стал более плавным, у рабочей зоны отмечаются границы в виде намечающейся грани. На микроуровне – очень тонкие риски параллельных друг другу линейных следов, образовавшихся от контакта с обрабатываемым материалом (рис. 5: А).
8	галька, трапециевидной формы угловатая, шероховатая, модифицированная, порфирит (рис. 5: 2)	10,5×9,2×4,9–6,1	1100	торец 1	дробление, растирание	155	Выравнивание, истирание рабочей площадки; широкие короткие бороздки, выкрошенность верхних участков зерен породы, редкие длинные линейные царапины (рис. 5: Б, В).
9	галька подтреугольная, окатанная, шероховатая, серого цвета, немодифицированная, кварцевый песчаник (рис. 5: 3)	13,5×3,3–4,6×2,7–4,5	464	торец 1	дробление, растирание	70	на выступающем естественно уплощенном участке образовалась рабочая зона размерами 2,5×2,1 см, в ее границах: потемнение, мелкие выбоинки и вдавления округлых очертаний, затертость. На микроуровне – линейные следы – удлиненные параллельные друг другу риски, выравнивание, истирание и заполировка отдельных выступающих зерен по всей поверхности (рис. 5: Г).
10	галька из экп. 1 (рис. 2)	10×5,4×5	526	боковая поверхность	растирание	40	образовалась рабочая зона ромбовидной формы размерами 4×3 см. Визуально она приобрела более светлый оттенок, образовавшийся как следствие истирания и выкрашивания. От соприкосновения с более крупными фракциями руды образовались длинные, узкие царапины, расположенные перпендикулярно продольной оси предмета. Они четко выражены в рельефе. При растирании признаки деформации сгладились. На микроуровне фиксируются группы коротких рисок, направление которых соответствует основной кинематике орудия (рис. 2: Б).
11	галька из экп. 2 (рис. 3)	9,2×7,4×5,2	566	торец 1	растирание	60	На макроуровне следы сработанности практически не видны. Рабочая поверхность приобрела бурый оттенок. На микроуровне отмечены единичные очень мелкие неглубокие выбоинки угловатых очертаний, легкое истирание поверхности, мерцающая тусклая заполировка и линейные следы в виде тонких длинных параллельных друг другу рисок (рис. 3: Б).

Таблица 2

Описание следов износа на пассивных орудиях
для дробления и растирания медной руды

№ плит-ки	Заготовка, сырье	Размеры, см	Вес, гр.	экспе-римент №	t, мин	Следы сработанности
1	уплощенный валун, прямоугольных очертаний, поверхность слегка шероховатая, неровная, с незначительными углублениями, гранит (рис. 6: 1)	13–17,7×6,7–11,8×3,2–5,2	1650	1, 2	80	отдельные мелкие выбоинки, расплющивание зерен породы. По мере измельчения руды, на выступающих участках сформировались признаки затертости (рис. 6: А)
				4, 5	90	сформировался рабочий участок размерами 8×9 см, в его границах происходит выравнивание, сглаживание, истирание, осветление поверхности. Хорошо различимы линейные следы двух видов: короткие параллельные друг другу бороздки, расположенные хаотичными группами и удлиненные царапины. На микроуровне – истирание зерен породы, образующих выровненные плоские участки; линейные следы – короткие очень тонкие царапинки, расположенные параллельно друг другу разнонаправленными группами
				10, 11	100	рабочая зона размерами 9×10 см. Происходит дальнейшее ее выравнивание, истирание, нивелировка. На поверхности видны короткие узкие бороздки и царапины; истирание зерен породы (рис. 6: Б).
2	уплощенный валун прямоугольных очертаний, поверхность шероховатая, неровная, гранит (рис. 6: 2)	10–13×6,3–9,8×4	840	3	35	начала формироваться рабочая зона 10,5×8 см, выступающие участки поверхности нивелировались, произошло «сминание» и выбивание выступающих зерен породы (рис. 6: В).
3	уплощенный валун прямоугольных очертаний, поверхность шероховатая, неровная, сленит (рис. 7: 2)	16×7,5–10×4	1228	6, 7	90	сформировался рабочий участок размерами 8×9 см, в его границах происходит истирание и осветление поверхности, прежде всего, выступающих участков. Различимы линейные следы – короткие параллельные друг другу бороздки, расположенные хаотичными группами и удлиненные тонкие царапины. На микроуровне отмечается истирание зерен породы, образующих выровненные плоские участки; линейные следы – короткие очень тонкие царапинки, расположенные параллельно друг другу разнонаправленными группами (рис. 7: Б, В)
4	уплощенный валун трапезовидных очертаний, поверхность шероховатая, неровная, гранит (рис. 7: 1)	14,5×5,2–15×3,5	1260	8	155	сформировалась рабочая зона 10,5×8 см. Она имеет более светлый оттенок. Появилась залоченность; линейные следы представлены редкими, длинными и короткими бороздками. Также фиксируются редкие диагональные бороздки, пересекающиеся с продольными. Под микроскоп фиксируются фракции руды.
5	уплощенный валун овальных очертаний, поверхность гладкая, ровная, песчаник (Скочина, Костомарова, 2023, рис. 6: 1)	13,5×9,8×3,2	840	9	70	образовались разных размеров выбоинки угловатых очертаний. Однако, в процессе доведения фрагментов руды до пылевидного состояния неровности оказались сnivelированы, отмечается постепенное истирание поверхности и длинные узкие параллельные друг другу линейные следы, расположенные хаотичными группами (Скочина, Костомарова, 2023, рис. 6: А).

са отличался – был менее выражен и присутствовала тусклая заполировка. Заполировка выступающих зерен в сочетании с мелкими выбоинками, истиранием поверхности зафиксирована на рабочей площадке орудия из эксп. № 9.

В экспериментах № 4 и 5 в качестве рудотерки использована плитка № 1. Еще три фрагмента породы из сиенита, гранита, песчаника задействованы в экспериментах № 6–9. Измельчение руды осуществлялось вдоль, поперек или под углом к продольной оси предметов (табл. 2). На орудиях происходило дальнейшее выравнивание, сглаживание, истирание поверхности (рис. 6, 7).

Третий блок экспериментов предполагал *измельчение и растирание*

медьсодержащей породы (табл. 1, эксп. № 10, 11; рис. 2: Б; 3: А). Их целью являлось доведение фрагментов медьсодержащей породы с размерами фракции 0,5–0,3 см и менее до порошкообразного состояния. Осуществлялись возвратно-поступательные движения в горизонтальной плоскости, сопровождавшиеся надавливанием. В качестве активных орудий использованы несработанные участки на гальках из диорита (боковая поверхность) (табл. 1, эксп. № 8) и кремния (торец 2) (табл. 1, эксп. № 9). Рудотеркой служила плитка № 1 (табл. 2). После 270 минут использования орудия происходило дальнейшее выравнивание и нивелировка поверхности. Рабочий участок стал занимать большую площадь – 9×10 см. Описанные выше

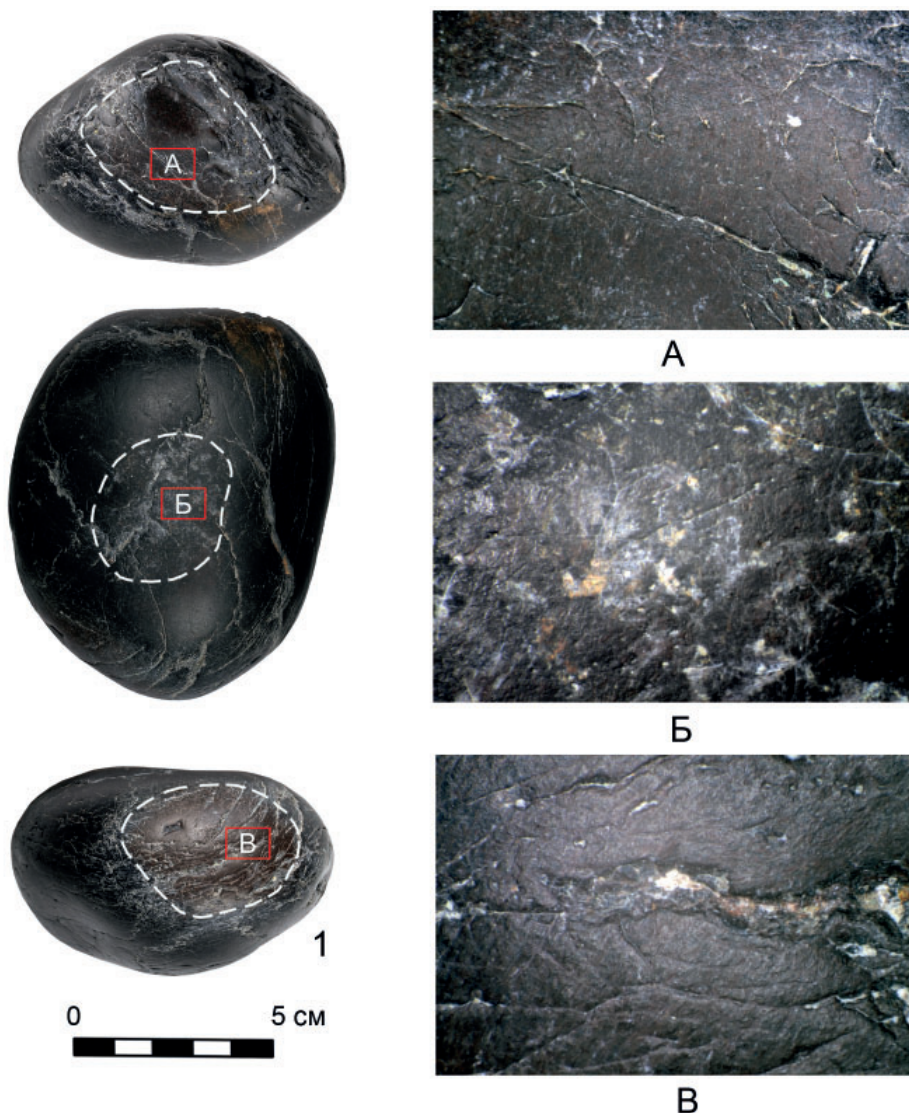


Рис. 3. Экспериментальный пест. Кремь (1). (А – дробление и растирание, $\times 10$; Б – дробление, $\times 30$; В – растирание, $\times 30$).

Fig. 3. Experimental pestle. Flint (1). (A – crushing and grinding, $\times 10$; Б – crushing, $\times 30$; В – grinding, $\times 30$).

признаки становились более выраженными (табл. 2; рис. 6, 7).

Обсуждение результатов и заключение

Таким образом, нами проведено 11 экспериментов по дроблению и растиранию медьсодержащей породы. Ее дробление, сопровождавшееся ударными действиями, оставляло на активных орудиях признаки дефор-

мации в виде точечных вдавлений, угловатых или округлых выбоинок, замятости, выкрошенности. Они отчетливо фиксируются на орудиях из диорита и песчаника (твердость по шкале Мооса 6 и 5 соответственно). На пестях из кремнистых пород, твердость которых по шкале Мооса 7, указанные признаки проявились в меньшей степени. Следовательно, на



Рис. 4. Экспериментальные песты из силицита (1) и кварцита (2). (А – дробление, $\times 20$; Б – дробление и растирание, $\times 15$).

Fig. 4. Experimental pestles made of silicite (1) and quartzite (2). (A – crushing, $\times 20$; B – crushing and grinding, $\times 15$).

их выраженность влияет твердость используемого сырья и, как показали эксперименты на орудиях из кремния и силицита, их вес и сила удара.

На пестях, применявшихся для дробления и растирания на первом этапе использования сформировались аналогичные вышеописанным следы износа, однако при смене кинематики признаки деформации постепенно нивелировались, поверхность стано-

вилась более ровной и однородной. На орудиях из кварцита, кварцевого песчаника, гранита сформировалась оконтуренная рабочая зона, выделяемая прежде всего за счет истирания и изменения цвета поверхности. На орудиях из диорита помимо осветления рабочей площадки начинают формироваться границы в виде намечающихся ребер. На микроуровне рельеф описанных выше орудий представляет

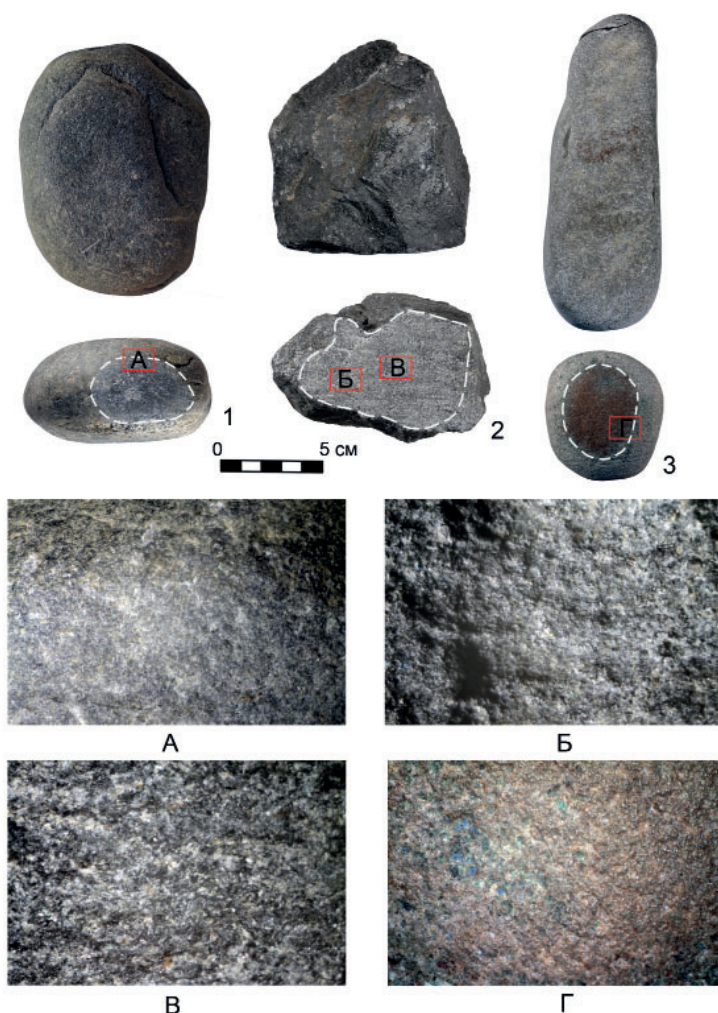


Рис. 5. Экспериментальные песты для дробления и растирания. Гранит (1), порфирит (2), кварцевый песчаник (3) (увеличение: А, Г – $\times 20$; Б – $\times 10$; В – $\times 15$).

Fig. 5. Experimental pestles for crushing and grinding. Granite (1), porphyrite (2), quartz sandstone (3). (magnification: А, Г – $\times 20$; Б – $\times 10$; В – $\times 15$).

сочетание неглубоких окатанных внутри выбоинок, расположенных достаточно равномерно по рабочей поверхности и сглаженных выступающих участков, на которых фиксируется тусклая заполировка и тонкие короткие линейные следы. На инструменте из кварцевого песчаника, использовавшегося для растирания более мягкой и насыщенной рудой породы, заполировка выражена сильнее. На орудии из кремния признаки деформации представлены слабо, фиксируются

только при увеличении, также отмечается заполировка и линейные следы, что связано с изначально ровной, гладкой поверхностью рабочей площадки и, соответственно, ее низкой абразивностью. Таким образом, на характер следов износа влияли прежде всего физические свойства породы, из которой изготовлено орудие, так и перерабатываемой.

В ходе проведенных экспериментов выявлена еще одна закономерность: более тяжелые орудия из пор-

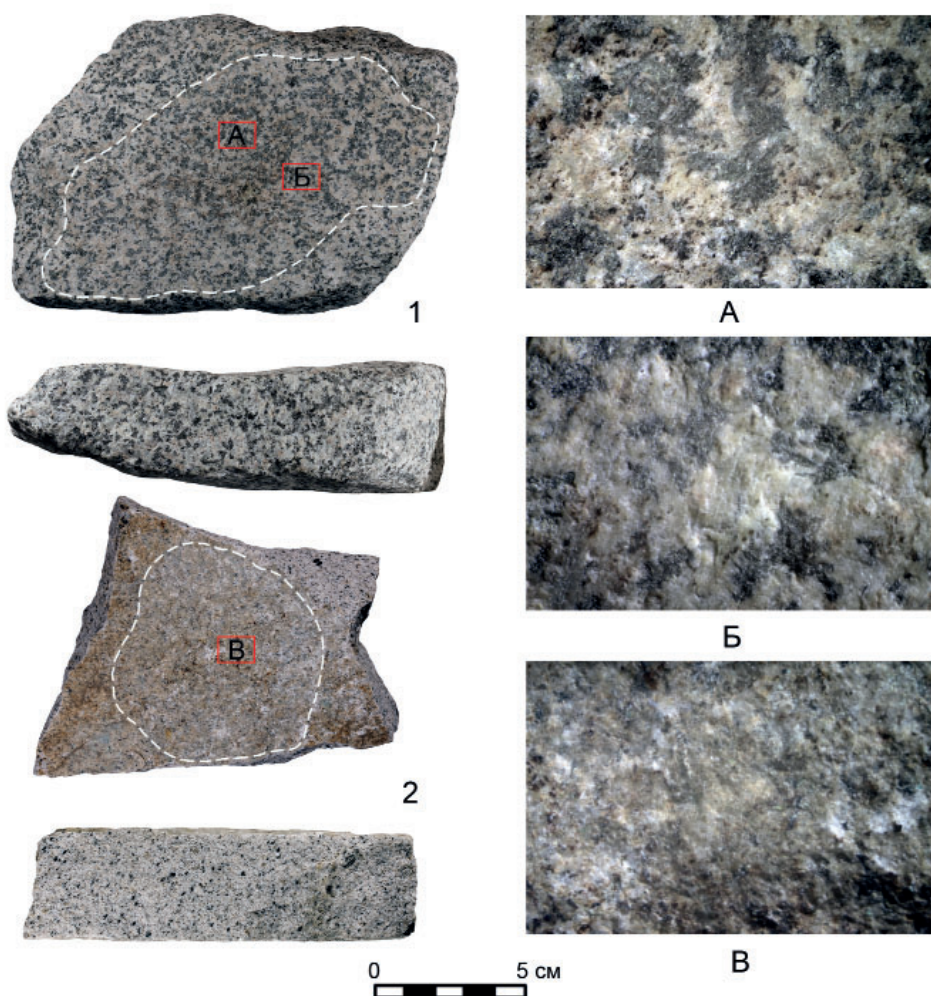


Рис. 6. Экспериментальные рудотерки. Гранит. (увеличение: А, В – $\times 10$; Б – $\times 20$).

Fig. 6. Experimental ore grinders. Granite. (magnification: А, В – $\times 10$; Б – $\times 20$).

фирита, силицита, кварцита (весом от 1000 г) использовать для дробления и растирания медной руды вручную было неудобно и неэффективно. Данное наблюдение подтверждает вывод В.В. Килейникова об отнесении подобных археологических орудий к категории молотов тяжелого действия и соотносится с фактом их использования в рукояти (1984).

На инструментах, которыми производилось растирание руды до порошкообразного состояния, на рабочей площадке следы износа также

зависели от использованного сырья: на орудии из диорита формировалась затертость, осветлявшая поверхность, длинные тонкие линейные следы – царапины, расположенные пересекающимися под небольшим углом группами. Кроме того, фиксируются единичные точечные вдавления округлых очертаний, образовавшиеся при надавливании орудием на более крупные фрагменты породы. На микроуровне отмечается выравнивание зерен, линейные следы – тонкие параллельные друг другу риски, общая

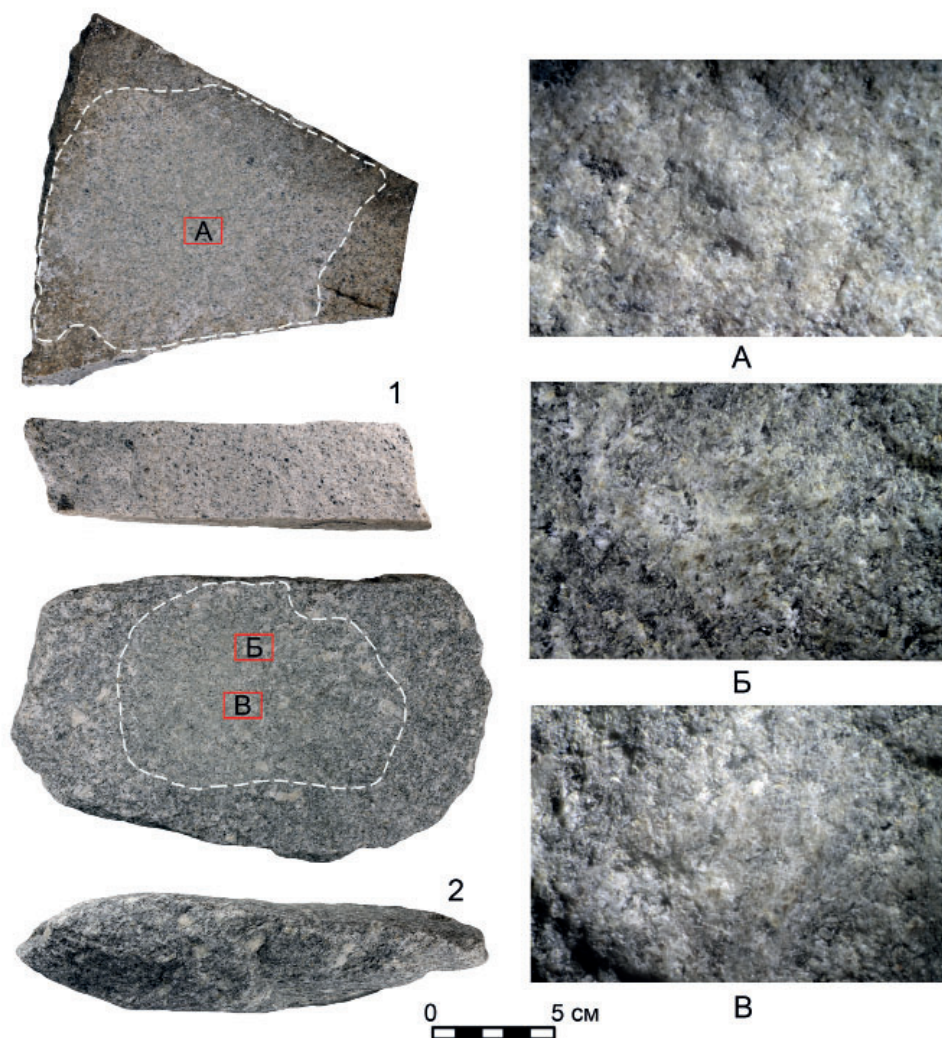


Рис. 7. Экспериментальные рудотерки. Гранит (1), сиенит (2).
(увеличение: А, Б – $\times 10$; В – $\times 20$).

Fig. 7. Experimental ore grinders. Granite (1), syenite (2). (magnification: А, Б – $\times 10$; В – $\times 20$).

тусклая заполировка выступающих участков. На орудии из кремня истирание в силу меньшего сцепления с обрабатываемым сырьем практически не происходило, но сильнее выражена мерцающая тусклая заполировка, она присутствует на всей рабочей зоне песта, заходит на боковые участки.

Рабочие площадки пассивных орудий – рудотерок – выравнивались, выступающие участки нивелировались, зерна породы истирались и сглажи-

вались. Важно отметить, что выравнивание поверхности происходило и в углублениях. На всех экспериментальных предметах образовалась хорошо различимая рабочая зона с размытыми границами. На получившихся эталонах не фиксируется таких признаков деформации, как выбоины и сколы, поскольку сила удара активным орудием приходилась на обрабатываемое сырье. От ударных действий на микроуровне отмечается

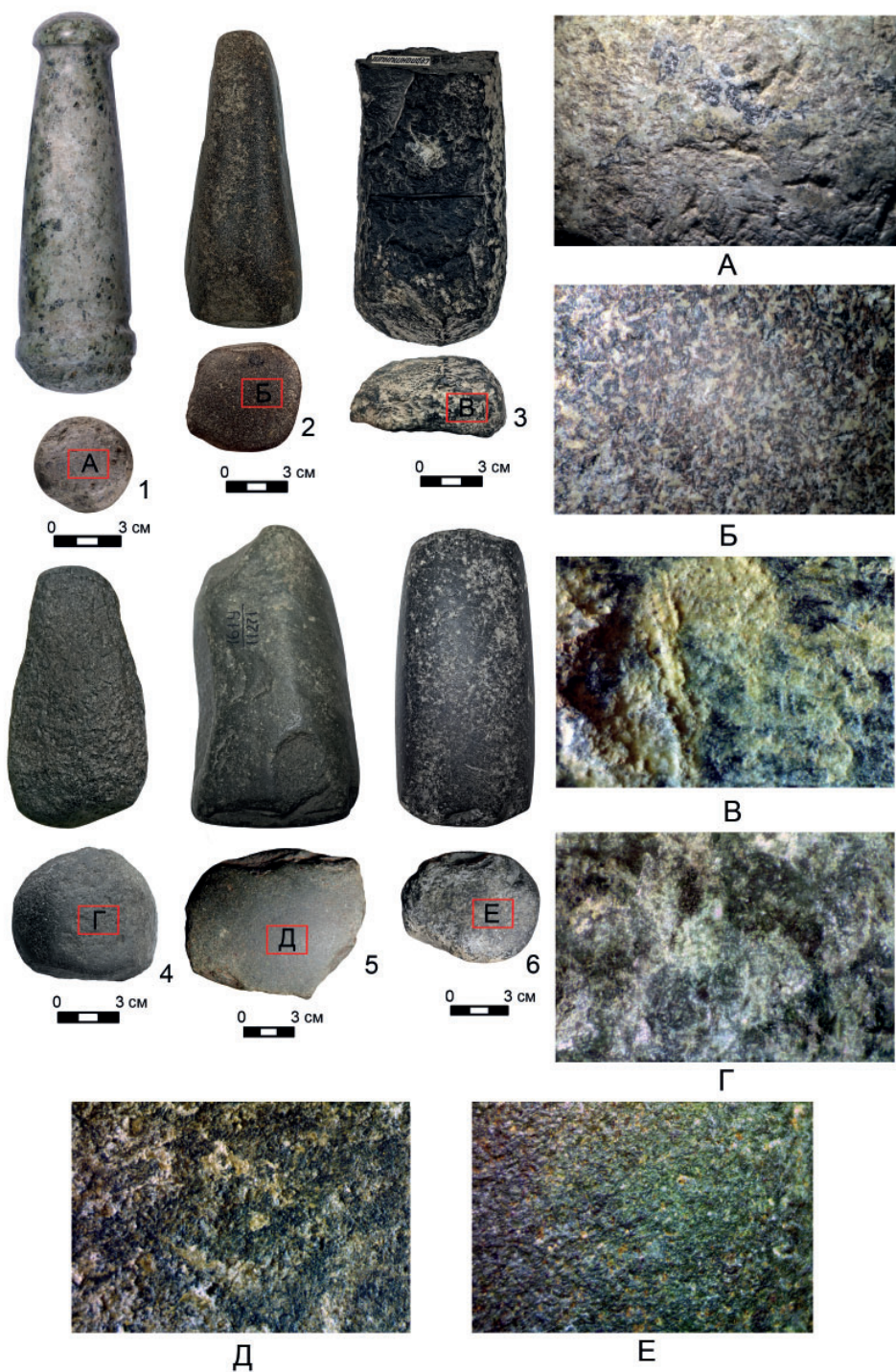


Рис. 8. Песты для переработки медьсодержащей породы из пос. Камышное I (1); Кулевчи III (2, 3); Устье I (4, 5, 6) (увеличение: А, Е – $\times 10$; Б, Г – $\times 30$; В – $\times 20$; Д – $\times 15$).
 Fig. 8. Pestles for processing copper-bearing rock from the site Kamyshnoye I (1); Kulevchi III (2, 3); Ustye I (4, 5, 6) (magnification: А, Е – $\times 10$; Б, Г – $\times 30$; В – $\times 20$; Д – $\times 15$).

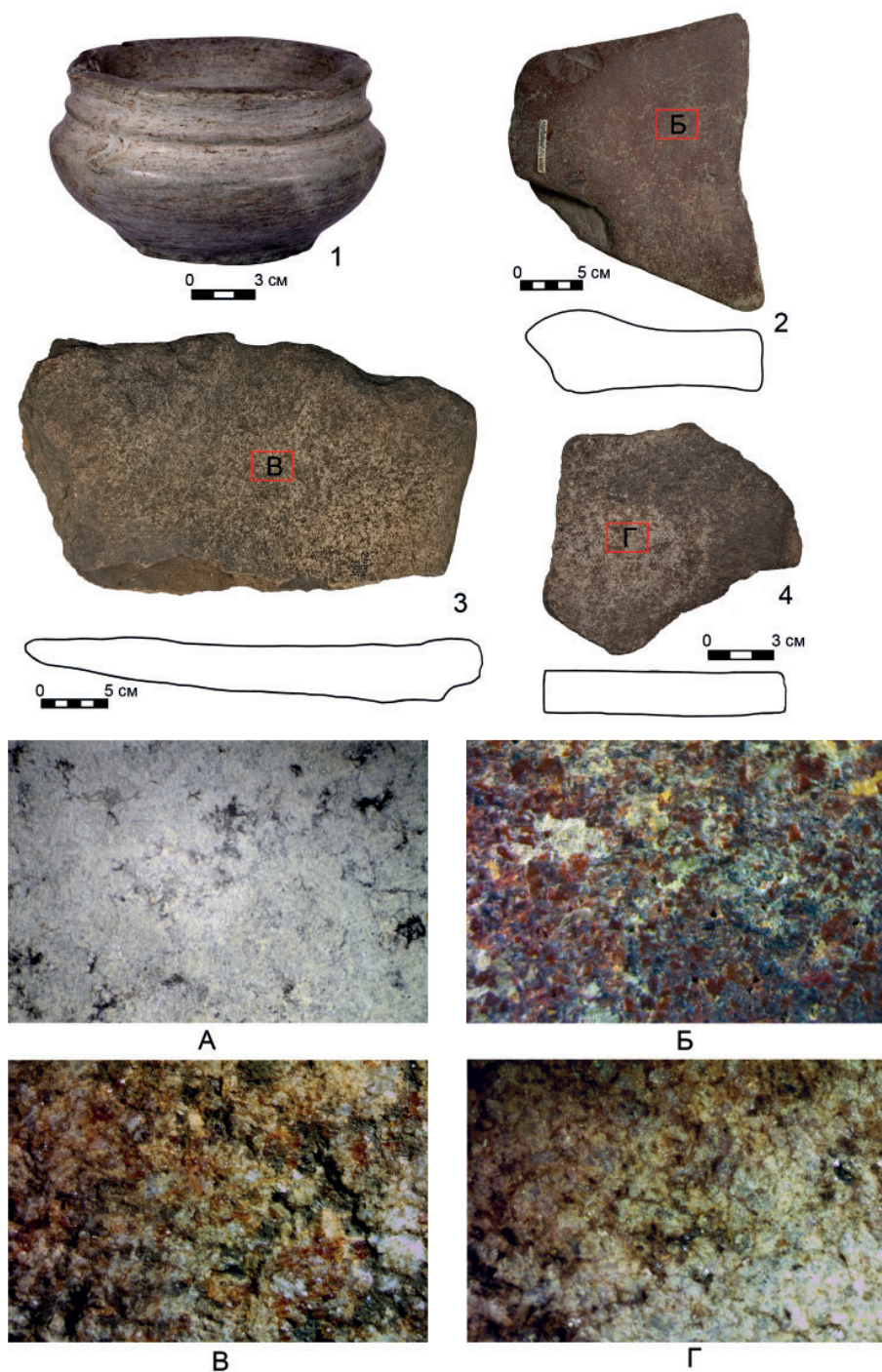


Рис. 9. Рудотерки из поселений Камышное I (1); Кулевчи III (2); Устье I (3, 4) (увеличение: А – $\times 10$; Б–Г – $\times 20$).

Fig. 9. Ore grinders from the site of Kamyshnoye I (1); Kulevchi III (2); Ustye I (3, 4). (magnification: A – $\times 10$; Б–Г – $\times 20$).

замятость, сплюснутость, истирание зерен породы или их групп. От растирания хорошо выражены единичные удлиненные бороздки с плавными очертаниями, короткие и удлиненные параллельные друг другу, расположенные разнонаправленными группами неглубокие царапины, также со сглаженными контурами и рельефом. На микроуровне отмечается выравнивание, истирание зерен породы и очень тонкие удлиненные риски линейных следов, которые располагаются по всей рабочей поверхности на выступающих участках и углублениях. Направленность линейных следов соответствует направлению движения пестом по поверхности рудотерки.

В целом характеристики следов износа на экспериментальных репликах соотносятся с результатами изучения орудий пос. Мосоловское, Михайло-Овсянка, Устье I, Кент, Аркаим и др. (Килейников, 1984; Горашук, Кунгурова, 2013; Кунгурова, Варфоломеев, 2013; Семин, 2017; Зданович, Семин, 2022).

Сравнение полученных данных с материалами пос. Камышное I, Кулевчи III, Устье I позволило выявить сходные признаки на 10 предметах (рис. 8, 9). По совокупности следов износа можно заключить, что орудия (рис. 8: 1, 3, 4) использовались для дробления и растирания; а инструменты (рис. 8: 2, 5, 6) для измельчения небольших фракций породы и растирания. Сложности возникли при выделении рудо-

терок. Полное совпадение признаков износа зафиксировано на двух плитках и сосуде из жертвенного комплекса пос. Камышное I (рис. 9). На плитке с пос. Кулевчи III (рис. 9: 2) следы сработанности от растирания руды в виде неглубоких бороздок, затертости перекрыты шлифовкой, скорее всего рабочая поверхность являлась полифункциональной.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что подготовка руды, судя по незначительному количеству орудий, осуществлялась преимущественно за пределами поселений, что подтверждает ранее высказанную точку зрения по материалам пос. Устье I и снимает противоречия, высказанные по результатам исследования орудийного комплекса пос. Кулевчи III (Древнее Устье..., 2013, с. 429; Коробкова, Виноградов, 2004, с. 83). Следует отметить, что в экспериментах происходила переработка горной породы, поэтому интерес представляет сравнение эталонов с экспериментальными орудиями по дроблению дресвы. Пока на основании немногочисленных аналогий можно заключить, что основное отличие в том, что ее не требовалось доводить до порошкообразного состояния, следовательно, на рабочих поверхностях активных и пассивных орудий признаки деформации выражены сильнее, не происходит выравнивания и сглаживания поверхности (Голубева, 2016; Скочина, Костомарова, 2023).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алаева И.П., Молчанов И.В., Фомичев А.В., Анкушев М.Н., Анкушева П.С. Операционная цепь горного дела в бронзовом веке: орудия Новотемирского рудника (Южное Зауралье) // Теория и практика археологических исследований. 2021. Т. 33. № 3. С. 89–115. [https://doi.org/10.14258/tpai\(2021\)33\(3\).-06](https://doi.org/10.14258/tpai(2021)33(3).-06)
2. Анкушева П.С., Юминов А.М., Молчанов И.В., Алаева И.П., Анкушев М.Н. Функциональное назначение построек на руднике бронзового века Воровская Яма (по материалам раскопа 2021 года) // Геоархеология и археологическая минералогия-2022 / Отв. ред. А.М. Юминов. Мисс: Институт минералогии УрО РАН, 2022. Т. 9. С. 140–147.
3. Анкушева П.С., Анкушев М.Н., Блинов И.А., Артемьев Д.А., Алаева И.П. Минералого-геохимические исследования свидетельств алакульского металлопроизводства на руднике Воровская Яма (Южное Зауралье) // РА. 2023. № 3. С. 23–37. <https://doi.org/10.31857/S0869606323030042>
4. Голубева Е.В. Теория и практика экспериментально-трасологических исследований нематаллического инструментария раннего железного века – средневековья (на материалах южно-

таежной зоны Средней Сибири). Красноярск: Изд-во Сибирского федерального университета, 2016. 144 с.

5. Горащук И.В., Колев Ю.И. Каменные и костяные орудия с рудника бронзового века Михайло-Овсянка в Самарской области. Вып. 2 // Вопросы археологии Урала и Поволжья / Отв. ред. Д.А. Сташенков. Самара: Самарский университет, 2004. С. 89–104.

6. Горащук И.В., Сёмин Д.В. Металлургический и металлообрабатывающий комплекс каменных орудий труда с поселения Михайло-Овсянка в Самарской области // Вестник Удмуртского университета. 2018. Вып. 4. Т. 28. С. 599–606.

7. Виноградов Н.Б. Кулевчи III – памятник петровского типа в Южном Зауралье // КСИА. Вып. 169 / Отв. ред. И.Т. Кругликова. М.: Наука, 1982. С. 94–99.

8. Загородняя О.Н. Функциональный анализ орудий металлопроизводства позднебронзового века (по материалам памятников Картамышского археологического микрорайона) // КСИА. 2019. Вып. 257. С. 110–125.

9. Зданович С.Я., Коробкова Г.Ф. Новые данные о хозяйственной деятельности населения эпохи бронзы (по результатам трасологического изучения орудий труда с пос. Петровка II) // Проблемы археологии Урало-Казахстанских степей / Отв. ред. С.Г. Боталов, Г.Б. Зданович. Челябинск: изд-е Башк. ун-та, 1988. С. 60–79.

10. Зданович С.Я., Семин Д.В. Каменные орудия поселения Аркаим // Аркаим. Археология укрепленных поселений: в 2 кн. Кн.2: Фортификации и общественное пространство. Челябинск: Из-во ЧелГУ, 2022. С. 300–322.

11. Килейников В.В. Каменные горнометаллургические и металлообрабатывающие орудия Мосоловского поселения // Эпоха бронзы восточноевропейской лесостепи / Отв. ред. А.Д. Пряхин. Воронеж: ВГУ, 1984. С. 108–120.

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

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

14. Костомарова Ю.В., Сечко Е.А. Орудия 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>

15. Кунгурова Н.Ю. Трасологическое изучение каменных предметов из раскопок укрепленного поселения Устье 1 // Древнее Устье: укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье / Отв. ред. Н.Б. Виноградов. Челябинск: Абрис, 2013. С. 285–330.

16. Кунгурова Н.Ю., Варфоломеев В.В. Орудия и изделия из камня поселения Кент (по результатам трасологических исследований) // Бегазы-дандыбаевская культура Степной Евразии / Отв. ред. А.З. Бейсенов. Алматы: Бегазы-Тасмола, 2013. С. 198–217.

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

18. Потемкина Т.М. Бронзовый век лесостепного Притоболья. М.: Наука, 1985. 376 с.

19. Пряхин А.Д. Мосоловское поселение металлургов-литейщиков эпохи поздней бронзы. Кн. 1. Воронеж: Воронежский госун-т, 1996. 176 с.

20. Семенов С.А. Каменные орудия эпохи ранних металлов // СА. 1969. № 2. С. 3–14.

21. Скочина С.Н., Костомарова Ю.В. Каменный инвентарь кочевников арктической тундры средневековой стоянки Халцынейсала 1 на Гыданском полуострове (экспериментально-трасологический анализ) // Поволжская археология. 2023. № 4(46). С. 206–222.

22. Фомичев А.В. Орудия горного дела и металлургии поселений позднего бронзового века на севере Уральско-Мугоджарского горно-металлургического центра // Вестник Челябинского государственного университета. 2015. № 24(379). История. Вып. 66. С. 9–16

23. Черных Е.Н., Вальков Д.В. Каменные изделия: молотки, наковальни, рудотерки // Каргалы. Т. III. Селище Горный: Археологические материалы: технология горно-металлургического производства: Археобиологические исследования / Ред. Е.Н. Черных. М.: Языки славянской культуры, 2004. С. 157–181.

24. Ankusheva P., Yuminov A., Molchanov I., Alaeva I., Ankushev M. The Functionality of Building Structures at the Bronze Age Vorovskaya Yama Mine in the Southern Trans-Urals (Based on the 2021 Excavation) // Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy. 2023. P. 232–243.

25. Timberlake S. Cobble stone mining tools – evidence of their use in the Bronze Age mines of Britain and current archaeological experiment investigating ancient mining and the processing of metal ores // Metalla. т. 27. № (2). 2023. P. 119–148.

26. Caricola I., Breglia F., Larocca F., Hamon C., Lemorini C., Giligna Prehistoric exploitation of minerals resources. Experimentation and use-wear analysis of grooved stone tools from Grotta della Monaca (Calabria, Italy) // Archaeological and Anthropological Sciences. 2020. 12:259.

Информация об авторах:

Костомарова Юлия Валерьевна, научный сотрудник, Тюменский научный центр СО РАН (г. Тюмень, Россия); jvkostomarov@yandex.ru

Букачева Анастасия Олеговна, начальник отдела охраны и изучения объектов культурного наследия, Челябинский государственный историко-археологический музей-заповедник «Аркам» (г. Челябинск, Россия); anastasia_26@list.ru

Молчанов Иван Владимирович, кандидат исторических наук, научный сотрудник, Институт истории и археологии УрО РАН (г. Екатеринбург, Россия); kolis@mail.ru

**USE-WEAR TRACES ON COPPER ORE PROCESSING TOOLS
FROM LATE BRONZE SITES OF THE TRANS-URALS
(USE WEAR ANALYSIS)**

Yu.V. Kostomarov, A.O. Bukacheva, I.V. Molchanov

The work is aimed at solving the problem of identifying tools for copper ore processing in tool inventory of the Late Bronze Age settlements in the Trans-Urals. The article presents the results of a series of 11 experiments on smashing and grinding copper-bearing rock. Pebbles and slabs from different types of stone (diorite, flint, silicite, porphyrite, quartzite, granite, quartz sandstone) were used as tools. As a result, use-wear traces on experimental tools were obtained, described in detail and analyzed. It has been established that use-wear traces depend on the specific operation, physical properties of the rock, size of the workpiece and the hardness of the processed raw materials. Comparison of the obtained data with archaeological material from the Bronze Age of the Trans-Urals (Ustye I, Kulevchi III, Kamyshnoye I) showed that ore processing tools are represented in small quantity (10 copies), which may indicate the preparation of ore for smelting, mainly outside settlements.

Keywords: archaeology, Trans-Urals, Late Bronze Age, crushing and grinding tools, copper ore, use wear analysis, wear traces.

REFERENCES

1. Alaeва, I. P., Molchanov, I. V., Fomichev, A. V., Ankushev, M. N., Ankusheva, P. S. 2021. In *Teoriya i praktika arkeologicheskikh issledovaniy (Theory and Practice of Archaeological Research)* Vol. 33. No. 3, 89–115 (in Russian).
2. Ankusheva, P. S., Yuminov, A. M., Molchanov, I. V., Alaeва, I. P., Ankushev, M. N. 2022. In Yuminov, A.M. (ed.). *Geoarheologiya i arheologicheskaya mineralogiya-2022 (Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy-2022)* 9. Miass: Institute of Mineralogy, Urals Branch of RAS, 140–147 (in Russian).
3. Ankusheva, P. S., Ankushev, M. N., Blinov, I. A., Artem'ev, D. A., Alaeва, I. P. 2023. In *Rossiiskaya arheologiya (Russian Archaeology)* 3, 23–37 (in Russian).
4. Golubeva, E. V. 2016. *Teoriya i praktika eksperimental'no-trasologicheskikh issledovaniy nemetallichesko instrumentariy rannego zhelezno veka – srednevekov'ya (na materialakh yuzhno-taizhnoy zony Sredney Sibiri) (Theory and practice of experimental and trace evidence studies of the Early Iron Age – the Middle Ages non-metallic tools (based on the materials of the South Taiga zone of Central Siberia))*. Krasnoyarsk: Siberian Federal University Publ. (in Russian).
5. Gorashchuk, I. V., Kolev, Yu. I. 2004. In Stashenkov, D. A. (ed.). *Voprosy arkeologii Urala i Povolzh'ya (Issues of Archaeology of the Urals and the Volga Region)* 2. Samara: "Samarskiy universitet" Publ., 89–104 (in Russian).
6. Gorashchuk, I. V., Semin, D. V. 2018. In *Vestnik Udmurtskogo universiteta (Bulletin of Udmurt University)* 28 (4), 599–606 (in Russian).
7. Vinogradov, N. B. 1982. In Kruglikova, I. T. (ed.). *Kratkie soobshcheniya instituta arkeologii (Brief Communications of the Institute of Archaeology)* 169. Moscow: "Nauka" Publ., 94–99 (in Russian).
8. Zagorodnyaya, O. N. 2019. In *Kratkie soobshcheniya instituta arkeologii (Brief Communications of the Institute of Archaeology)* 257, 110–125 (in Russian).

The research was financially supported by the Russian Science Foundation, project No. 23-18-00146, <https://www.rscf.ru/project/23-18-00146/> (Kostomarov Yu.V. statement of the purpose of the research; experimental and traceological analysis of tools for processing ore in the Kamyshnoye I, Kulevchi III, Ustye I settlements; experimental work - experiments №. 1,2,4-8,10,11, interpretation of the results); within the budget theme of the Institute of History and Architecture of the Ural Branch RAS No. 124032100052-6 "Cultural space of the Urals: archaeological and ethnological research" (Molchanov I.V., experiment №3).

9. Zdanovich, S. Ya., Korobkova, G. F. 1988. In Botalov, S. G., Zdanovich, G. B. (eds.). *Problemy arheologii Uralo-Kazahstanskih stepey (Issues of Archaeology of the Ural-Kazakhstan Steppes)*. Chelyabinsk: Bashkortan University Publ., 60–79 (in Russian).
10. Zdanovich, S. Ya., Semin, D. V. 2022. In *Arkaim. Arkheologiya ukreplennykh poseleniy (Arkaim. The archaeology of fortified settlements). Fortifikatsii i obshchestvennoe prostranstvo (Fortifications and public space)* 2. Chelyabinsk: Chelyabinsk State University, 300–322 (in Russian).
11. Kileynikov, V. V. 1984. In Pryakhin, A. D. (ed.). *Epokha bronzы vostochnoyevropeyskoy lesostepi (The Bronze Age of the East European forest-steppe)*. Voronezh: Voronezhskiy gosudarstvennyy universitet Publ., 110–120 (in Russian).
12. Korobkova, G. F., Vinogradov, N. B. 2004. In *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya 1. Istoricheskie nauki (Herald of Chelyabinsk State Pedagogical University. Series 1. Historical Sciences)* 2, 57–87 (in Russian).
13. Kostomarov, Yu. V. 2020. In *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii (Vestnik Archeologii, Antropologii i Etnografii)* 50(3), 48–60 (in Russian).
14. Kostomarov, Yu. V., Sechko, E. A. 2023. In *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii (Vestnik Archeologii, Antropologii i Etnografii)* (4), 108–119 (in Russian).
15. Kungurova, N. Yu. 2013. In Vinogradov, N. B. (ed.). *Drevnee Ust'e: ukreplennoe poselenie bronzovogo veka v Yuzhnom Zaural'e (Ancient Ustye: Fortified Settlement of the Bronze Age in the Southern Trans-Urals)*. Chelyabinsk: "Abriss" Publ., 285–330 (in Russian).
16. Kungurova, N. Yu., Varfolomeev, V. V. 2013. In Beisenov, A. Z. (ed.). *Begazy-dandybaevskaya kultura Stepnoy Evrazii (Begazy-Dandybay culture of Steppe Eurasia)*. Almaty: "Begazy-Tasmola" Publ., 198–217 (in Russian).
17. Molchanov, I. V. 2013. *Orudinyy kompleks rubezha sredney i pozdney bronzы Yuzhnogo Zaural'ya (po materialam ukreplennykh poseleniy Alandskoe, Kamenny Ambar, Ust'e I) (The tool complex of the turn of the Middle and Late Bronze Ages of the Southern Trans-Urals (based on the materials of the Alandskoye, Kamenny Ambar, Ustye I fortified settlements))*. PhD Tesis. Kazan (in Russian).
18. Potemkina, T. M. 1985. *Bronzovyy vek lesostepnogo Pritobol'ia (Bronze Age of the Forest-Steppe Tobol Region)*. Moscow: "Nauka" Publ. (in Russian).
19. Pryakhin, A. D. 1996. *Mosolovskoe poselenie metallurgov-liteyshchikov epohi pozdney bronzы (Mosolovskoye settlement of metallurgists-foundry workers of the Late Bronze Age)* 1. Voronezh: Voronezh State University Publ. (in Russian).
20. Semenov, S. A. 1969. In *Sovetskaya Arkheologiya (Soviet Archaeology)* (2), 3–14 (in Russian).
21. Skochina, S. N., Kostomarov, Yu. V. 2023. In *Povolzhskaya arkheologiya (Volga River Region Archaeology)* 4(46), 206–222 (in Russian).
22. Fomichev, A. V. 2015. In *Vestnik Chelyabinskogo Gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Istoriia (Bulletin of the Chelyabinsk State University: History Series)*. 66 379 (24), 9–16 (in Russian).
23. Chernykh, E. N., Val'kov, D. V. 2004. In Chernykh, E. N. (ed.). *Kargaly. T. III: Selishche Gornyy: Arkheologicheskie materialy: tekhnologiya gorno-metallurgicheskogo proizvodstva: Arkheobiologicheskie issledovaniya (Kargaly. Vol. III: Gomy site: Archaeological materials: Technology of mining and metallurgy: Archaeobiological studies)*. Moscow: Languages of Slavonic culture Publ., 157–181 (in Russian).
24. Ankusheva, P., Yuminov, A., Molchanov, I., Alaeva, I., Ankushev, M. 2023. In *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy*, 232–243.
25. Timberlake, S. 2023. In *Metalla* 27 (2), 119–148.
26. Caricola, I., Breglia, F., Larocca, F., Hamon, C., Lemorini, C., Giligna. 2020. In *Archaeological and Anthropological Sciences*. 12:259.

About the Authors:

Kostomarov Yulia V. Tyumen Scientific Center SB RAS, Malygin st., 86, Tyumen, 625026, Russian Federation; jvkostomarov@yandex.ru

Bukacheva Anastasia O. Chelyabinsk State historical and archaeological museum-reserve «Arkaim», Krasnoarmeyskaya st., 100, Chelyabinsk, 454090, Russian Federation; anastasia_26@list.ru

Molchanov Ivan V. Candidate of Historical Sciences, Institute of History and Archeology, Ural Branch of RAS, S. Kovalevskaya st., 16, Ekaterinburg, 620108, Russian Federation; kolis@mail.ru

Статья принята в номер 14.06.2024 г.