DOI: 10.53737/2713-2021.2025.30.28.007

А.З. Бейсенов, А.В. Паничкин, П.Б. Мусырманкул

КИНЖАЛ ИССЫКСКОГО ТИПА ИЗ НАЦИОНАЛЬНОГО МУЗЕЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН: РЕЗУЛЬТАТЫ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА*

В статье впервые публикуются результаты металлографического исследования железного кинжала иссыкского типа, происходящего из Жетысу. Кинжал датируется периодом второй половины VI — первой половины V в. до н.э. Общая длина изделия, поверхность которого подвергнута сильной коррозии, 309 мм. По сечению рукояти изменение твёрдости по шкале Виккерса находится в пределах от 88 до 178 HV10. Проведённые анализы показали, что кинжал изготовлен кричным методом. Использованный при его изготовлении режим термической обработки позволил получить низкоуглеродистую сталь.

Ключевые слова: Казахстан, сакская эпоха, кинжал иссыкского типа, структура металла, твёрдость по шкале Виккерса.

Сведения об авторах: Бейсенов Арман Зияденович[1], кандидат исторических наук, директор, Научно-исследовательский центр истории и археологии «Бегазы-Тасмола»; Паничкин Александр Владимирович[2], кандидат технических наук, заведующий лабораторией, Институт металлургии и обогащения НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева»; Мусырманкул Пердехан Бекмаганбетулы[3], руководитель, Институт научных исследований Национального музея РК.

Контактная информация: [1]050010, Казахстан, г. Алматы, ул. Жамбыла, 1/5, Научно-исследовательский центр истории и археологии «Бегазы-Тасмола», e-mail: azbeisenov@gmail.com; [2]050010, Казахстан, г. Алматы, ул. Шевченко, 29, Институт металлургии и обогащения; [3]010010, Казахстан, г. Астана, пр. Тауелсиздик, 54, Национальный музей РК. E-mail: [2]abpanichkin@mail.ru; [3]pmusilmankul@bk.ru.

Arman Beisenov, Aleksandr Panichkin, Perdekhan Musyrmankul

ISSYK TYPE DAGGER FROM THE NATIONAL MUSEUM OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: RESULTS OF METALLOGRAPHIC ANALYSIS

The article publishes for the first time the results of the metallographic study of the Issyk-type iron dagger found in Jetisu. The dagger is dated to the period of the second half of the 6th — first half of the 5th century BCE. The total length of the product, the surface of which is subjected to severe corrosion, is 309 mm. By the cross-section of the handle, the change in hardness on the Vickers scale is within the range from 88 to 178 HV10. The analysis showed that the dagger was made by the bloomery method. At the same time, the heat treatment mode used in its manufacture made it possible to obtain low-carbon steel.

Key words: Kazakhstan, Saka era, Issyk type dagger, metal structure, Vickers hardness.

About the authors: Beisenov Arman Z.[1], PhD (History), Director, “Begazy-Tasmola” Research Center for the History and Archaeology; Panichkin Alexander V.[2], PhD (Engineering), Head of Laboratory, Institute of Metallurgy and Ore Beneficiation, Satpayev University; Musyrmankul Perdekhan B.[3], Head, Scientific Research Institute, National Museum of the Republic of Kazakhstan.

* Статья подготовлена в рамках программно-целевого финансирования Комитета науки МНВО РК 2023—2025, ИРН проекта BR20280993.

Статья поступила в номер 2 сентября 2025 г.
Принята к печати 16 сентября 2025 г.

© А.З. Бейсенов, А.В. Паничкин, П.Б. Мусырманкул, 2025.

Contact information: [1]050010, Kazakhstan, 1/5 Zhambyl St., "Begazy-Tasmola" Research Center for the History and Archaeology, e-mail: azbeisenov@mail.ru; [2]050010, Kazakhstan, Almaty, 29 Shevchenko St., Institute of Metallurgy and Ore Beneficiation JSC, Satpayev University; 050010, Kazakhstan, Astana, Tauelsizdik 44, National Museum of the Republic of Kazakhstan, e-mail: [2]abpanichkin@mail.ru; [3]pmusilmankul@bk.ru.

В предлагаемой статье впервые освещаются результаты металлографического исследования железного кинжала, хранящегося в данный момент в фондах Национального музея Республики Казахстан в г. Астана. Кинжал происходит из Жетысу. По данным А.З. Бейсенова, он поступил в фонды тогдашнего сектора (отдела) археологии Института истории, археологии и этнографии им. Ч.Ч. Валиханова не позднее 1985—1986 гг., при этом, был привезен, как тогда считалось, А.К. Акишевым. Кинжал не из комплекса, а представляет собой случайную находку.

Точное место находки, обстоятельства передачи кинжала в руки археологов авторам неизвестны. Возможен факт того, что он происходит из района Капала, где в начале 1980-х гг. проводили исследования Б.Н. Нурмуханбетов и А.К. Акишев. В связи с расформированием фонда Института археологии имени А.Х. Маргулана, в числе многих других археологических находок кинжал попал в музей при «Гылым Ордасы» в 2011 г. В дальнейшем, в 2014 г., кинжал был передан в Национальный музей РК, находящийся в г. Астана.

Какое-то время назад на лезвии кинжала появилась трещина, ещё в процессе корродирования, медленно источавшего металл, и клинок держался за счёт интенсивного и довольно плотного слоя продуктов коррозии. В момент нахождения кинжала уже в фондах Национального музея трещина увеличилась, образовав разлом сильно истончённого металла, что видно на рентгеноснимке (рис. 1: d). В 2014 г. в музее специалистом Б.С. Алибай проведена чистка и реставрация изделия, в ходе чего лезвие было склеено с наружной заделкой трещины (рис. 1: d). Отрисовка кинжала выполнена в музее художником А.Б. Смаиловой. Все фотографии, приведённые в настоящей статье, выполнены А.В. Паничкиным в процессе проведения анализов в Институте металлургии и обогащения. Иллюстрации к публикации подготовлены в ходе работы с материалом в Институте археологии имени А.Х. Маргулана младшим научным сотрудником Н.Ш. Джуманазаровым. Рентгеновский снимок кинжала выполнен в лаборатории Казахского аграрного исследовательского университета (профессор Ж. Казиев, г. Алматы, Казахстан).

Рассматриваемый экземпляр относится к типу кинжалов с бабочковидным перекрестием, с рукоятью с продольным желобком. Особенности противопоставленных голов грифонов на навершии, испорченного коррозией, не просматриваются. Общая длина кинжала в нынешнем состоянии составила 309 мм, в том числе лезвия — 182 мм. Ширина навершия 49 мм, рукояти — 24—24,5 мм, гарды — 66,5 мм. Ширина лезвия 28 мм, сужается к острию, конец обломан. Экземпляр относится к иссыкскому типу акинаков скифской эпохи, который был выделен недавно Д. Топалом (2024: 131—144). Из ближайших аналогов можно отметить ещё одну случайную находку — кинжал, хранящийся в фондах Центрального государственного музея Республики Казахстан (г. Алматы) (Чотбаев 2013: 50, № 29). Исследуемый кинжал датируется периодом второй половины VI—первой половины V в. до н.э. Ранее были опубликованы результаты металлографического анализа железного кинжала этого же типа из Темирши, Центральный Казахстан (Бейсенов и др. 2023).

Для оценки степени коррозионного повреждения кинжала выполнены рентгеновские снимки в двух проекциях. Они показали, что клинок кинжала практически полностью прокорродировал (рис. 1: d). Рукоять сохранилась лучше, что, очевидно, связано с большей его толщиной. Поэтому местом исследования микроструктуры и твёрдости выбрана центральная область рукояти (рис. 1: c). При подготовке шлифа слой коррозионных отложений удалялся до металла. Исследование структуры проводили на металлографической рабочей станции на базе инвертированного микроскопа Leica DM IRM при увеличениях от

50 до 1500 крат. Неметаллические включения изучали до травления, структуру металла — после травления. Для выявления структуры использовали химическое травление реактивом: раствор 5 мл HNO_3 в 100 мл этилового спирта. Травление осуществляли протиранием ватным тампоном. Твёрдость по шкале Виккерса измеряли на универсальном твердомере HBV-30A при нагрузке на индентор 10 кгс.

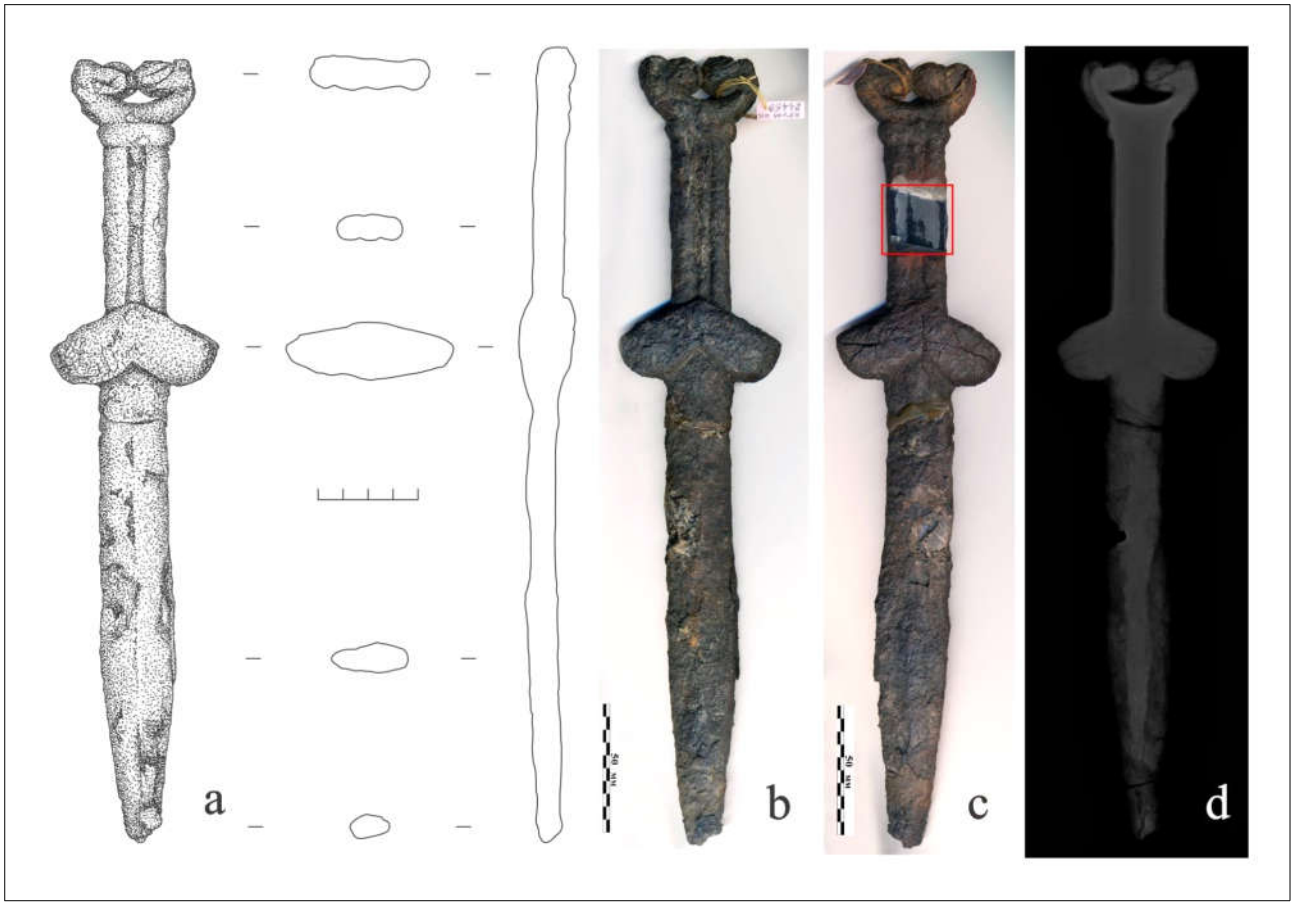

Рис. 1. Кинжал иссыкского типа из Национального музея РК: *a* — отрисовка, *b, c* — фото, *d* — рентгеновский снимок. Красным квадратом отмечено место подготовки шлифа на рукояти (*c*).

Fig. 1. Issyk type dagger from the National Museum of the Republic of Kazakhstan: *a* —drawing, *b, c* — photo, *d* — X-ray. The red square indicates the grinding area on the handle (c).

Слой коррозионных отложений характеризуется плотной трещиноватой структурой. Его толщина неоднородная и достигает ~5 мм. В структуре кинжала выявлены многочисленные шлаковые включения (рис. 2), преимущественно вытянутые вдоль рукояти. Это связано с деформацией металла в процессе ковки. Размер этих включений варьирует в широких интервалах (до ~3 мм), они распределены неоднородно (рис. 2: c). Вблизи центральной области выявлены наиболее крупные шлаковые включения. Это объясняется тем, что в процессе ковки под воздействием ударов молота вблизи внешней поверхности шлак выдавливался из объёма металла более интенсивно. Из удалённых от поверхности областей выдавливание шлака затруднено ввиду запечатывания каналов, а также меньшей степени деформации. В структуре шлаковых включений трещины не выявлены (рис. 2: d). Это может свидетельствовать о том, что обработка давлением (ковка) происходила при температуре выше температуры плавления шлака. Однако также не исключено, что дефекты в шлаковых включениях исчезли на стадии финальной термической обработки.

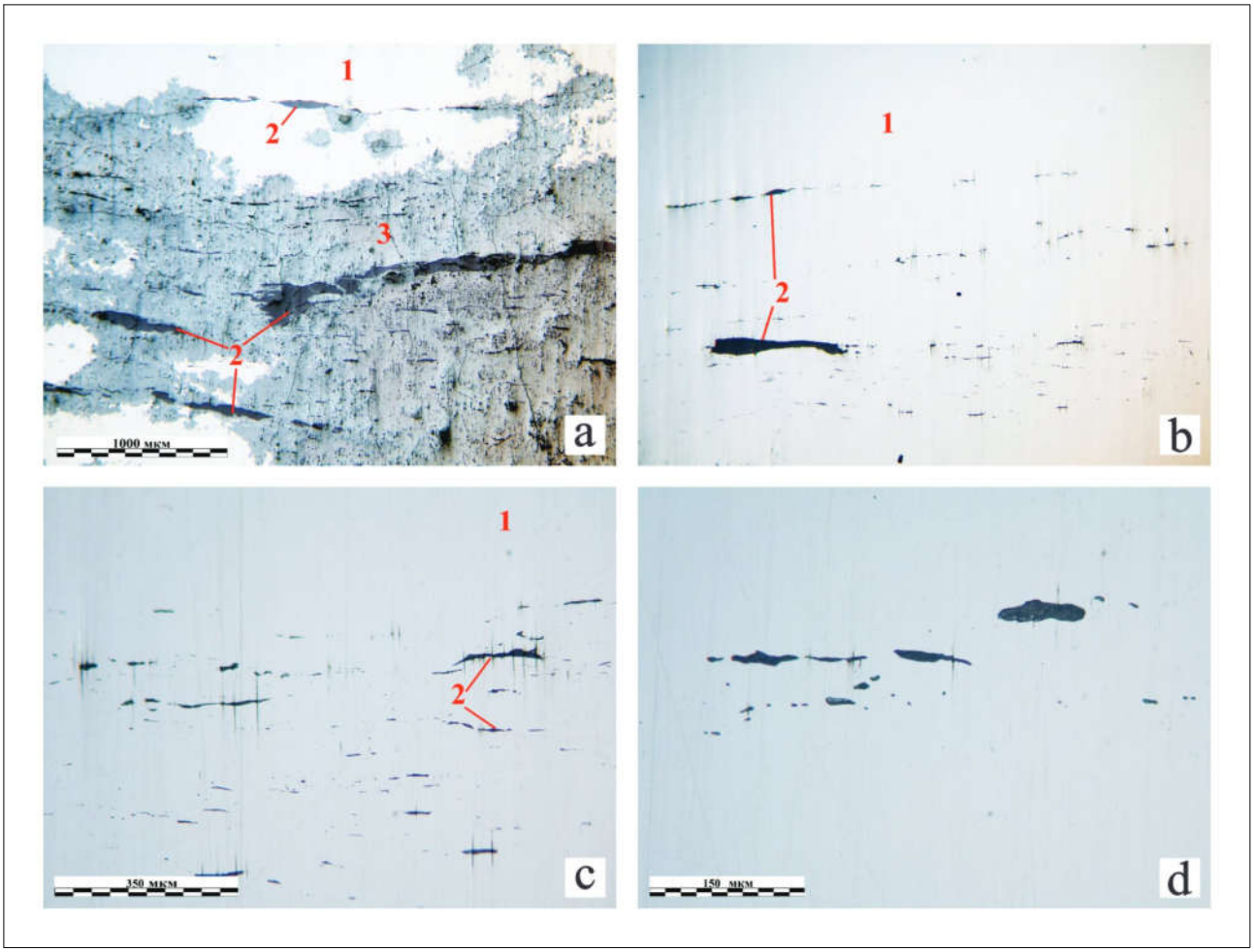

Рис. 2. Неметаллические шлаковые включения в структуре железного кинжала (1 — железо; 2 — шлаковые включения; 3 — коррозионные отложения): *a* — центральная часть рукояти x50; *b* — ближе к поверхности x50; *c* — центральная часть x150; *d* — структура шлаковых включений, трещины отсутствуют x300.

Fig. 2. Non-metallic slag inclusions in the structure of the dagger (1 — iron; 2 — slag inclusions; 3 — corrosion deposits): *a* — central part of the handle x50; *b* — closer to the surface x50; *c* — central part x150; *d* — slag inclusion structure, no cracks x300.

На рис. 3 показано изменение структуры металла по сечению рукояти кинжала. На участке 1 (рис. 3: b) структура образована зернами феррита размером до 170 мкм с равномерно распределёнными по их сечению, дисперсными, частично сфероидизированными колониями перлита (до 20 мкм). На участке 2 (рис. 3: c) структура образована зёрнами феррита (35—140 мкм) с распределёнными по их границам дисперсными колониями частично сфероидизированного перлита. На участке 3 (рис. 3: d) структура образована зёрнами игольчатого феррита и колониями частично сфероидизированного перлита (x150).

Структура металла рукояти кинжала феррито-перлитная (рис. 3), характерная для низкоуглеродистых сталей. С одного из краёв рукояти выявлено развитие рекристаллизации ферритных зёрен (рис. 3: b). На это указывает то, что по сечению рукояти зёрна феррита меняются от равноосных полиэдрических до мелкоигольчатых с видманштетовой структурой. При этом их размер меняется от ~120 до 20 мкм. Перлитные колонии на участках 1 и 2 (рис. 4: a) крупнопластинчтые, а на участке 3 тонкопластинчатые (рис. 4: b).

Доля перлитных колоний с одной из сторон рукояти существенно больше чем с другой, это указывает на неоднородное распределение углерода.

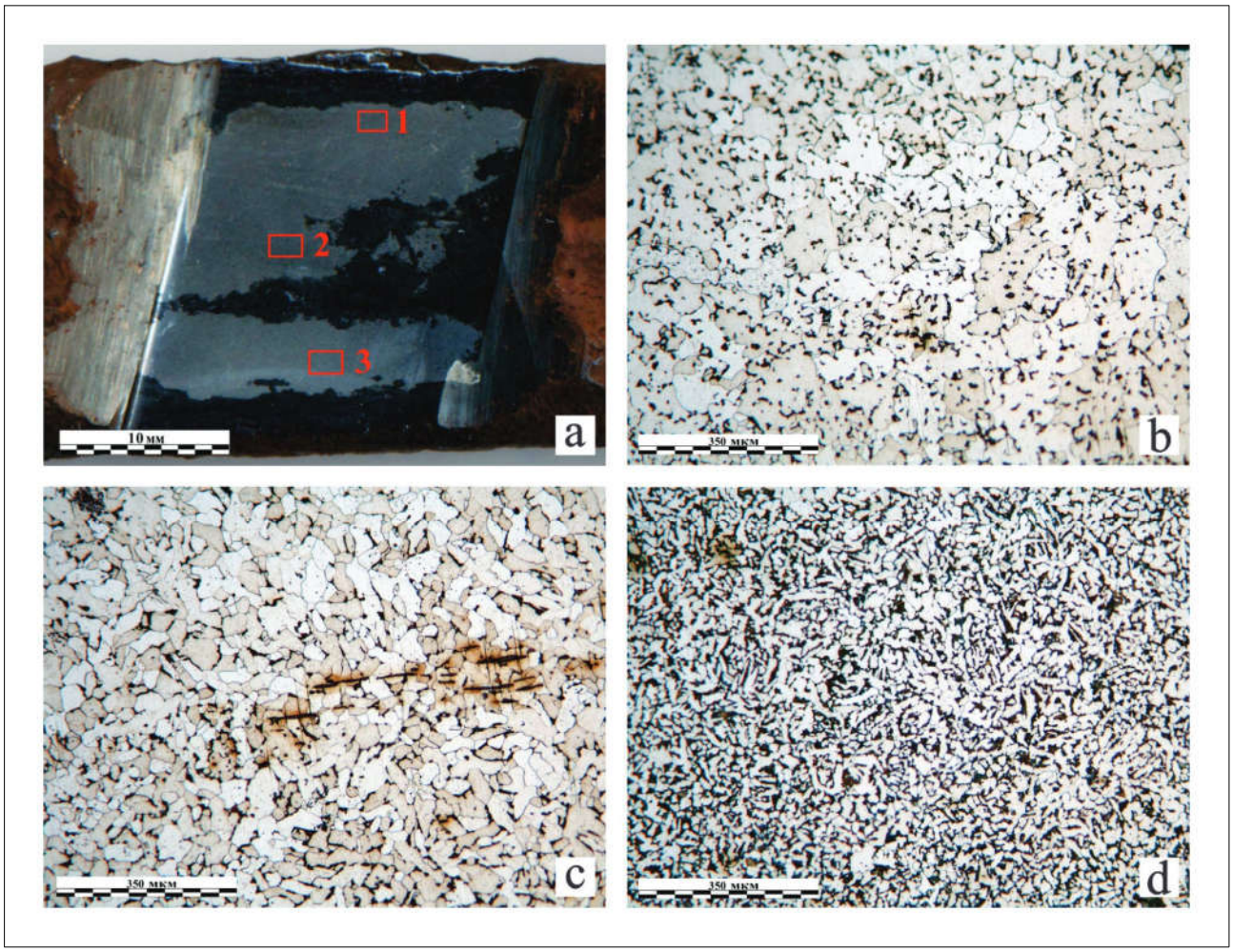

Рис. 3. Изменение структуры по сечению рукояти кинжала: *a* — места исследования микроструктуры (x10); *b* — участок 1 (x150); *c* — участок 2 (x150); *d* — участок 3 (x150).

Fig. 3. Changes in the structure along the cross-section of the dagger handle: *a* — areas of microstructure study (x10); *b* — area 1 (x150); *c* — area 2 (x150); *d* — area 3 (x150).

Выявленные особенности структуры металла позволяют заключить, что на финальном этапе термической обработки кинжал подвергался медленному охлаждению с 880—950°С до температуры несколько ниже 727°С и последующей длительной изотермической выдержке. Это привело на первом этапе к выделению крупнопластинчатых колоний перлита. На втором этапе на участках, где доля ферритных колоний была минимальна, это привело к росту ферритных зёрен. При этом на участках с большой долей перлита рост ферритных зёрен не развивался. Тонкопластинчатая структура перлита и видманштеттовая структура с одной из сторон рукояти указывает на то, что этот участок охлаждался с более высокой скоростью. Это может быть связано с тем, что эта часть клинка не была закрыта углями в процессе термической обработки в кузнечном горне.

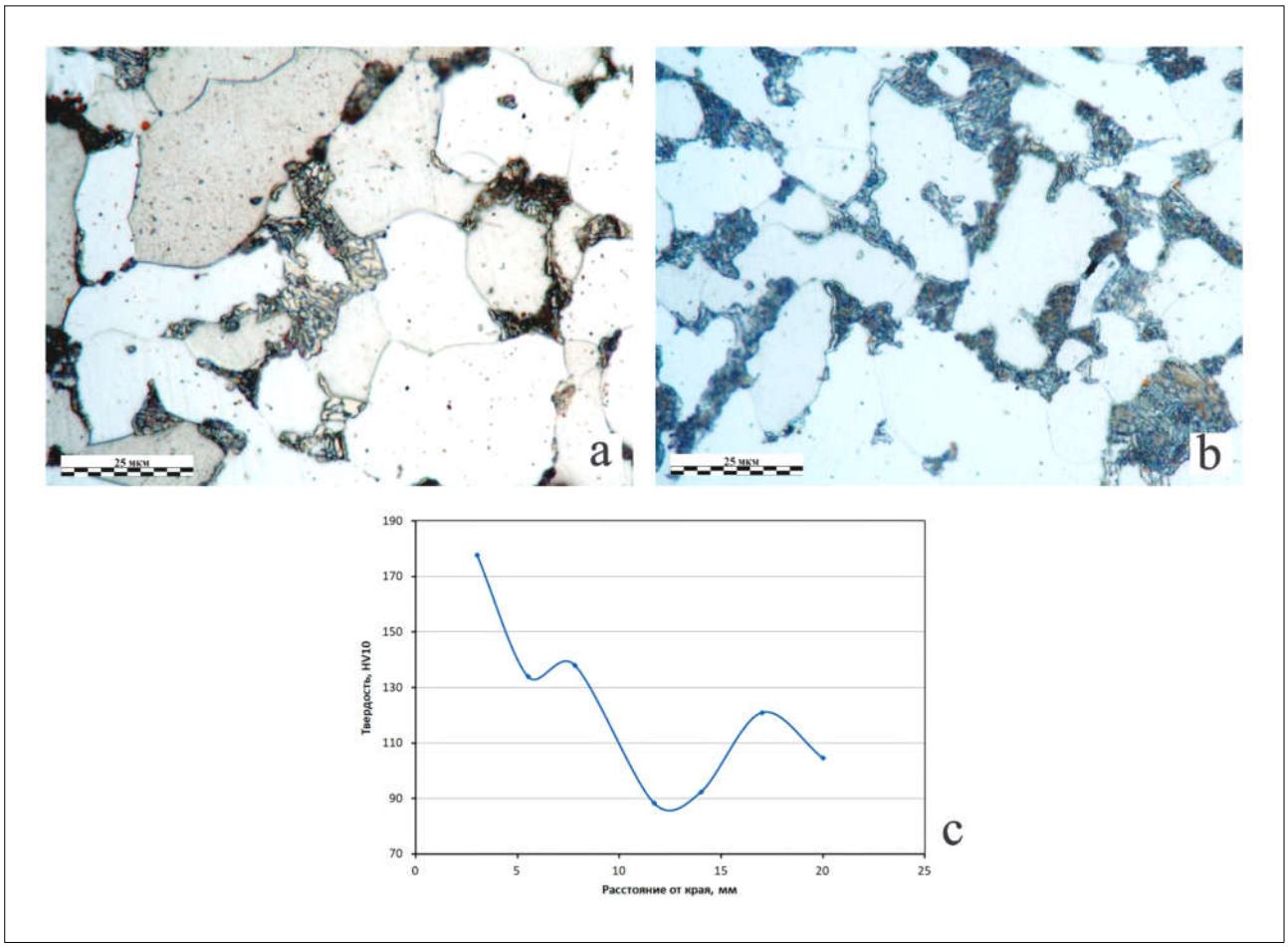

Рис. 4. Изменение микрострукуры перлитных колоний (a, b), изменение твёрдости HV10 по сечению рукояти кинжала (c): a — крупнопластинчатые, частично сфероидизированные цементитные включения (x750), b — тонкопластинчатый цементит (x1500).

Fig. 4. Changes in the microstructure of pearlite colonies (a, b), changes in hardness HV10 across the cross-section of the dagger handle (c): a — large-plate, partially spheroidized cementite inclusions (x750), b — thin-plate cementite (x1500).

Равноосная форма ферритных зёрен свидетельствует о том, что после термической обработки рукоять не подвергалась пластической деформации. Границы зёрен хорошо сформированы, это указывает на то, что ковка и отжиг проводились при температурах, достаточных для объединения частиц крицы.

Данный момент отличает исследуемый артефакт от ранее изученного кинжала из Темирши (Бейсенов и др. 2023), при изготовлении которого полного спекания частиц крицы не произошло, при этом температура термической обработки была не достаточна для формирования структуры, характерной для стали. По сечению рукояти твёрдость меняется в пределах от 88 до 178 HV10. Наименьшая твёрдость выявлена в центре рукояти (рис. 4: c), наибольшая — вблизи с участком 3, где содержится высокая доля перлита.

Как известно, с увеличением концентрации углерода твёрдость стали растёт. Это обосновывает повышение твёрдости с ростом доли перлита. Однако низкая твёрдость в центре рукояти указывает на то, что в этой части металл находится в менее уплотнённом состоянии. Если предположить, что кинжал выковывался из куска кричного железа, отрубленного от полученного блока, то следовало бы ожидать, что центральная часть должна быть прокована более однородно, однако это не так. Также наличие крупных

неметаллических включений в центре рукояти кинжала ставит под сомнение то, что металл в этом месте подвергался деформации, сопоставимой с участками вблизи с её поверхностью.

Ранее в работе о кинжале из Темирши (Бейсенов и др. 2023) сделано предположение, что заготовка для его изготовления, максимально близкая по размерам, могла быть получена кричным методом. После получения такая заготовка подвергалась пластической деформации посредством ковки, чеканки и вырубки. В результате этого малопластичный материал из-за наличия большого количества шлаковых включений мог быть деформирован с минимальным формированием горячих трещин. При исследовании железного топора из кургана 1 могильника Кызылжартас (Бейсенов и др. 2024) также сделано предположение об изготовлении его по аналогичной технологии.

Проведённые исследования указывают на то, что описываемый в этой статье кинжал также выкован из заготовки, которая по размерам и форме была максимально приближенна к конечной форме изделия. То есть вырисовываются контуры уникальной технологии получения железных изделий. Технология включала ряд операций:

— изготовление оболочковой формы, предположительно из глины. Внутренняя полость этой оболочки была несколько больше по размерам желаемого изделия, что позволяло компенсировать усадку материала как на стадии восстановления, так и при последующей обработке давлением;

— подготовка шихты из смеси измельчённой железной руды и восстановителя — древесного угля;

— заполнение формы шихтой и помещение её в горн;

— нагрев и выдержка формы в восстановительной среде для восстановления железа;

— извлечение полученной металлической заготовки из оболочки;

— ковка и термическая обработка.

Такая технология существенно отличается от описанных в работах (Thiele 2010; Marks et al. 2020; Mathoho et al. 2023), в которых рассматриваются способы восстановления железной руды в традиционных печах. Очевидно, что особенности предложенной технологии предстоит выявить в ходе последующих лабораторных испытаний.

Полученные данные позволяют отметить следующие особенности исследованного образца. Железный кинжал иссыкского типа, найденный в своё время в Жетысу и хранящийся в фондах Национального музея РК, изготовлен из стали, полученной кричным методом. В структуре содержатся многочисленные шлаковые включения различной формы и размеров, вытянутые в направлении обработки давлением. Включения не имеют трещин, это свидетельствует о том, что в холодном состоянии металл не подвергали существенной пластической деформации. Рукоять по сечению имеет неоднородную структуру с различным соотношением и структурой феррита и перлита. Это говорит о существенном изменении концентрации углерода от ~0,3 до 0,08 мас.%. Формирование некрупного ферритного зерна, крупнопластинчатого, частично сфероидизированного перлита указывает на то, что при изготовлении кинжала на финальном этапе термической обработки он подвергался медленному охлаждению с 880—950°C до температуры несколько ниже 727°C и последующей длительной изотермической выдержке. Использованный при изготовлении кинжала режим термической обработки позволил получить низкоуглеродистую сталь с её классической структурой.

Это отличает исследованный экземпляр из Жетысу от ранее рассмотренного кинжала из Темирши (Бейсенов и др. 2023). Следует отметить, что структура стали характеризуется низкой коррозионной стойкостью, что очевидно стало причиной существенного коррозионного повреждения, в отличие от вышеупомянутого кинжала.

Аномально низкая твёрдость в центральной части рукояти кинжала, а также крупные шлаковые включения, позволили предположить, что кинжал был выкован из заготовки, полученной кричным методом и максимально приближенной по размерам и форме к получаемому изделию. Твёрдость рукояти кинжала относительно невысока и существенно меняется по её сечению от 88 до 178 HV10. Это связано с изменением содержания углерода и с неравномерным охлаждением.

Литература

Бейсенов и др. 2023: Бейсенов А.З, Паничкин А.В., Горащук И.В., Шашенов Д.Т. 2023. Кинжал иссыкского типа из Темирши, Центральный Казахстан: результаты металлографического, химического и трасологического анализов. *Stratum plus* 3, 255—265. DOI: https://doi.org/10.55086/sp233255266.

Бейсенов А.З., Паничкин А.В., Шашенов Д.Т. 2024. Железный топор из тасмолинского кургана могильника Кызылжартас: результаты металлографического и химического анализов. *МАИАСП* 15, 102—120. DOI: 10.53737/5002.2023.86.90.003.

Топал Д. 2024. *Грифовые кинжалы типа Иссык и акинаки востока Евра*зии. Алматы: НИЦИА Бегазы-Тасмола.

Чотбаев А. 2013. *Вооружение древних кочевников Казахских ст*епей. Астана: Филиал ИА в Астане.

Mathoho E.N., Nyamushosho R.T., Chirikure S. 2023. Archaeometallurgical Explorations of Bloomery Iron Smelting at Mutoti 2, an Early Iron Age Site in Venda, Northern South Africa. *Metals* 13, 269. DOI: 10.3390/met13020269

Marks Y., Groat N., Lortie L., Hughes M., …, Fraser-Draling J. 2020. Smelting conditions and smelting products: Experimental insights into the development of iron bloomery furnaces. *EXARC* 2, 94—104.

Thiele A. 2010. Smelting experiments in the early medieval fajszi-type bloomery and the metallurgy of iron bloom. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering* 54, 99. DOI: 10.3311/pp.me.2010-2.07.

References

Beisenov, A.Z. Panichkin, A.V., Gorashchuk, I.V., Shashenov, D.T. 2023. In *Stratum plus* 3, 255—266. DOI: https://doi.org/10.55086/sp233255266 (in Russian).

Beisenov, A.Z. Panichkin, A.V., Shashenov, D.T. 2024. In *Materialy po arheologii i istorii antichnogo i srednevekovogo Prichernomor'ya (Proceedings in Archaeology and History of Ancient and Medieval Black Sea Region)* 15, 102—120 (in Russian).

Topal, D.A. 2024. *Grifovye kinzhaly tipa Issyk i akinaki vostoka Evrazii (Vulture daggers of the Issyk and akinaki type of the East of Eurasia).* Almaty: “Begazy-Tasmola” Scientific Research Center for History and Archaeology. DOI: 10.53737/5002.2023.86.90.003 (in Russian).

Chotbaev, A. 2013. *Vooruzhenie drevnih kochevnikov Kazahskih stepej (Armament of the ancient nomads of the Kazakh steppes).* Astana: Branch of the Margulan Institute of Archaeology (in Kazakh, Russian, English).

Mathoho, E.N., Nyamushosho, R.T., Chirikure, S. 2023. Archaeometallurgical Explorations of Bloomery Iron Smelting at Mutoti 2, an Early Iron Age Site in Venda, Northern South Africa. *Metals* 13, 269. DOI: 10.3390/met13020269.

Marks, Y., Groat, N., Lortie, L., Hughes, M., …, Fraser-Draling, J. 2020. Smelting conditions and smelting products: Experimental insights into the development of iron bloomery furnaces. *EXARC* 2, 94—104.

Thiele, A. 2010. Smelting experiments in the early medieval fajszi-type bloomery and the metallurgy of iron bloom. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering* 54, 99. DOI: 10.3311/pp.me.2010-2.07.