УДК 669.141

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРУЗИНСКОГО БУЛАТНОГО ОРУЖИЯ XIX в. ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ГОРНОГО МУЗЕЯ ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

*К. В. ТУМАНОВА, В. Ю. БАЖИН, О. А. ДУБОВИКОВ, А. В. СУНДУРОВ, В. Г. ПОВАРОВ**

Особенности производства холодного булатного оружия в Грузии всегда представляли интерес для специалистов и коллекционеров во всем мире. Оно имеет не только высокую историческую и культурную, но и научную ценность. В собрании экспонатов Горного музея Санкт-Петербургского горного университета находятся булатные клинки, созданные в Тифлисе в 1830–1832 гг. Исследованиям были подвергнуты 9 образцов. Проведены моделирование и анализ массива данных по химическому составу клинков и мастерам-изготовителям. Рассмотрена возможность объединения полученных результатов в одну группу. Определены качественный фазовый состав исследуемых образцов с применением рентгеновского дифрактометра, содержание углерода в исследуемых образцах с помощью изотопного масс-спектрометра. Полученные результаты по содержанию углерода сопоставлены с современной классификацией железоуглеродистых сплавов.

Ключевые слова: *Грузия, Тифлис, булат, оружие, карбид железа, содержание углерода, химический состав, примеси.*

Введение

История булатного оружия уже давно является предметом научных исследований. Грузию считают одной из классических стран производства высококачественных булатных клинков. Обзор как специальной, так и общей литературы показывает, что множество исследований посвящено анализу строения булата, оценке его структуры, выдающихся прочностных характеристик и функциональных особенностей [1–12].

Для авторов данной работы наибольший интерес представляют вопросы, связанные с историей развития металлургии в Грузии, в частности с изготовлением булатного оружия, которое является неотъемлемым атрибутом грузинской культуры. В Горном музее имеются 22 образца булатного оружия, созданного в Тифлисе (в настоящее время г. Тбилиси) в первой трети XIX в. мастерами Элиазаровыми и их учениками из России — Василием Южаковым и Карлом Вольферцом, мастерами Златоустовской оружейной фабрики. Однако для исследования доступны только 9 предметов, ввиду того, что лишь у них имеется хвостовик без отделки. Это позволило отобрать с хвостовика материал для изучения. Исследование грузинского булатного оружия с использованием современного оборудования и методик анализа позволит по-новому взглянуть на уникальные артефакты.

Историческая справка

После присоединения в начале XIX в. Грузии к России закономерно возник интерес к местным традициям, связанным с изготовлением знаменитой булатной стали. На протяжении нескольких веков Грузию считали одной из стран-производителей высококачественной стали. Выпускник Горного корпуса выдающийся русский ученый-металлург П. П. Аносов придавал исключительное значение грузинским сварочным булатам, ставя их в один ряд с индийским булатом [13]. Известно, что грузинские мастера-металлурги сохранили вплоть до конца XIX в. навыки выделки лучших видов булата, ставших к тому времени очень редкими экземплярами холодного оружия [14]. Немаловажная роль в производстве оружия принадлежала Тифлису, являвшемуся значительным центром выделки оружия на Кавказе.

В работе [15] подробно описана деятельность семьи оружейников Элиазаровых (Геурка, Кахрамана, Ефрема) как сабельных и кинжальных мастеров, указано местонахождение их мастерских [15–17]. Особо отмечена передача фамильного секрета изготовления сварочной стали русскому правительству, связанная с Кахраманом Элиазаровым, старшим сыном Геурка. Ефрем Элиазаров, младший брат Кахрамана, помогал брату выполнять петербургский заказ, с ним же вместе обучал златоустовских мастеров изготовлению оружия [15].

В Петербург в 1830 г. из Тифлиса была привезена партия оружия, среди которого «…сабля настоящего булата, клинок шпаги видом булата, шашка стальная посередине в струях и кинжал другого сорта булата», хранящиеся в Горном музее [18]. На каждом образце была надпись, нанесенная золочеными буквами «Е. И. В. оружейник Геуркъ» (**рис. 1**).

Оружие было доставлено императору Николаю I и произвело на него благоприятное впечатление. После-

* *Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия:*
канд. техн. наук К. В. Туманова, старший научный сотрудник Горного музея;
докт. техн. наук В. Ю. Бажин, профессор, проректор по научно-инновационной деятельности;
докт. техн. наук О. А. Дубовиков, профессор кафедры химических технологий и переработки энергоносителей;
А. В. Сундуров, аспирант кафедры металлургии;
докт. техн. наук В. Г. Поваров, начальник отдела аналитических исследований Центра коллективного пользования;

эл. почта: karinadam@mail.ru; dubovikov_oa@mail.ru; sav.66@bk.ru

© Туманова К. В., Дубовиков О. А., Сундуров А. В., Поваров В. Г., 2020

Глубокоуважаемый читатель!

Перед вами необычная статья. С одной стороны — это интересный рассказ об эпизоде в истории техники, о поиске технических решений, связанных с развитием военного искусства и вобравших опыт многих поколений мастеров. С другой стороны — это рассказ о Кавказе, о холодном оружии, которое здесь было обязательной частью мужского костюма. И, конечно, рассказ о кавказских оружейниках, которые превращали оружие в прекрасное произведение прикладного искусства.

Холодное оружие Ближнего Востока знаменито «булатной сталью», из которой создавались клинки, отличавшиеся особой остротой и упругостью. Исторически производство этой стали связано с Индией. Выдающийся горный инженер Павел Петрович Аносов (1796–1851) воссоздал секрет булата и доказал необычайно высокие свойства этой стали.

Многие музеи мира обладают образцами холодного оружия Ближнего Востока. Есть такая коллекция и в Государственном Эрмитаже. Основная часть коллекции сформировалась в XIX веке на основе личной коллекции Николая I. В Государственном Эрмитаже хранится полоса сабли, поднесенная графом Паскевичем – Эриванским. На обухе русская надпись: «Е.И.В. Оружейникъ Геуркъ». Это имя известнейшего тифлисского оружейника, родоначальника династии Элиаровых (Элиазаровых). С именем старшего сына Геурка — Кахрамана Элиарова (Элиазарова) связана передача фамильного секрета изготовления сварочной стали русскому правительству: «открыл средство, как делать в манер булата азиатские сабли, шашки, полусабли, шпаги и кинжалы из железа и стали, приготовляемых на российских заводах».

Существует семейная легенда, которую правнучке Кахрамана Рузанне Сагиян передала мать, а она рассказала ее в 1987 г. Эмме Григорьевне Аствацатурян. По этой легенде Кахраман должен был сделать 2–3 сабли и отвести их в Петербург. Выполнив заказ, он повез оружие в Петербург и предстал перед царем. Царь согнул одну саблю, затем другую и третью. Ни одна из них не сломалась. Царь похлопал Кахрамана по плечу и велел его наградить. Изготовленное оружие было передано в Музеум Горного кадетского корпуса.

И наконец, основная часть статьи — исследовательская. Сегодняшняя техническая оснащенность исследователей позволяет изучать совершенно на новом уровне сталь оружия XVIII– XIX веков. Отсюда появляется возможность сравнивать изделия по совершенно новым параметрам. И, возможно, решить секреты восточного оружия. Кроме этого, статья дает повод прийти к нам в Эрмитаж, в зал, где выставлено восточное оружие, чтобы воочию убедиться в мастерстве тифлисских оружейников.

Заместитель заведующего отделом археологии Восточной Европы и Сибири Государственного Эрмитажа Ю. Ю. Пиотровский

Рис. 1. Подпись мастера оружейника (мастер Г. Элиазаров)

Рис. 2. Фрагмент булатного клинка (мастер Г. Элиазаров)

довавшим предписанием Департамента горных и соляных дел указывалось: «…поместить оное оружие в музей Горного кадетского корпуса, записав на приход с ценою сабли и кинжала по 30 червонцев, а шашку и шпагу по 50 червонцев» [18]. Фрагмент одного из переданных предметов представлен на **рис. 2**.

В результате длительных переговоров Геурк согласился взять к себе на обучение нескольких златоустовских мастеров, но с условием, что ему будут доставлены лучшие образцы сталей. По мнению К. Элиазарова, из российских материалов лучшим для изготовления оружия считается сталь Златоустовского завода [15]. Также он сообщил, что булат в Тифлисе не производят, а доставляют из Индии [19], однако открыл способ, как сделать оружие, подобное булатному [14].

В литературе приводится подробное описание способа получения булатного оружия. Этот способ заключался в использовании полосного железа и (или) стали. Металл нагревали, разрезали на несколько частей в длину, части складывали друг с другом и сваривали песком. Полученную заготовку обсыпали чугуном, нагревали, сгибая и разрезая на части несколько раз. Следующая стадия заключалась в нанесении насечек на полученную полосу зубилом с обеих сторон, стачивании или спиливании насечки. Затем вытягивали полосы по форме сабли или шашки. После этого клинок обтачивали и закаляли в теплой воде. Последняя стадия обработки — чистка клинка наждаком мелкой зернистости [14].

Из Златоуста в Тифлис были отправлены два мастера — Карл Вольферц и Василий Южаков и двое рабочих — Михаил Дятлов и Николай Ивановский. Мастеров обеспечили разнообразными материалами с Гороблагодатского, Каменско-Воткинского и Златоустовского заводов. Из этих ма-

Уважаемые читатели!

Предлагаемая Вашему вниманию статья посвящена изучению уникальных артефактов — образцов грузинского булатного оружия 1830–1832 гг.

Многочисленные археологические исследования свидетельствуют, что на протяжении многих столетий Грузия была одним из крупнейших металлургических центров, расположенным на рубеже Европы и Азии. Дошедшие до наших дней экземпляры холодного оружия свидетельствуют, что грузинские мастера были (и остаются) талантливыми и умелыми металлургами. Применяемые ими методы добычи и переработки руд, технологические процессы плавки и особенно последующей обработки металлов непрерывно развивались и совершенствовались, достигнув поразительного уровня. Этому способствовали, помимо всего прочего, благоприятные горно-геологические условия Южного Кавказа. Территория Колхиды изобилует богатыми залежами железных руд, в том числе природно-легированных, разработка которых ведется с незапамятных времен.

Кинжал издавна является символом Кавказа и обязательным атрибутом традиционных грузинских мужских костюмов. Он представляет собой символ мужества, символ постоянной готовности к защите своей чести, как и чести семьи, нации и всей страны. Традиции изготовления грузинского булата, отличавшегося исключительно высоким качеством, передавались по наследству из поколения в поколение. Поэтому не удивительно, что изучение структуры, свойств и особенностей получения булатной стали привлекает такое внимание исследователей и практикующих специалистов.

Статья, подготовленная сотрудниками Санкт-Петербургского горного университета и Горного музея, является ещё одним шагом в направлении поиска утраченных секретов производства легендарной булатной стали и вносит вклад в развитие представлений о металлургических процессах, используемых грузинскими мастерами первой половины XIX века. Использование современных методов исследований структурно-фазового состояния материалов и автоматизированный статистический анализ больших массивов данных по химическому составу тифлисских булатных клинков позволили авторам статьи выявить и объяснить характерные особенности оружия из булатной стали, изготовленного различными мастерами.

Интересно, что тифлисские мастера в первой трети XIX века обучали искусству изготовления булатных клинков златоустовских мастеров, что послужило основой для дальнейшего развития уже российских булатных технологий. Златоустовский завод в XIX веке был единственным предприятием, снабжавшим российскую армию холодным оружием. Возможно, такой саблей воевал герой русско-турецкой войны и обороны Шипки генерал Николай Григорьевич Столетов, имя которого (и его брата физика Александра Григорьевича) с гордостью носит сегодня Владимирский государственный университет — опорный университет Владимирской области.

Уверен, что представленная работа будет интересна широкому кругу специалистов в области материаловедения и металлургии, а также всем интересующимся историей холодного оружия в России, Грузии и других странах.

Ректор Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
А. М. Саралидзе

териалов Элиазаровы должны были выбрать наиболее подходящие для изготовления булатных клинков [19]. В процессе обучения К. Вольферц и В. И. Южаков пришли к выводу, что привезенные материалы не подходят для изготовления булата. Они также ссылались на мнение Г. Элиазарова, что настоящего булата в Тифлисе нет, а доставляют его в виде плит из Индии, Харасана и Тавриса [18–20].

В марте 1832 г. главноуправляющий гражданской частью и пограничными делами Грузии, генерал от инфантерии барон фон Г. В. Розен отправил из Тифлиса министру финансов первую партию оружия — 11 булатных сабельных клинков без украшения, изготовленных златоустовскими мастерами. Клинки были переданы в Горный музей [19]. Примеры работ К. Вольферца и В. И. Южакова приведены на **рис. 3** и **4**.

Рис. 3. Фрагмент сабельного клинка (мастер В. И. Южаков)

Рис. 4. Фрагмент сабельного клинка (мастер К. Вольферц)

В настоящее время коллекция тифлисского оружия 1830–1832 гг. в собрании Горного музея Горного университета является уникальной среди подобных коллекций холодного оружия в музеях России.

Цели исследования — рассмотрение возможности объединения полученных ранее результатов по химическому составу и мастерам; определение качественного фазового состава с использованием баз кристаллографических данных и содержания углерода в образцах тифлисского булата длялучшего понимания особенностей металлургических процессов данного региона в первой половине XIX в.

Объект и методика исследования

Было отобрано 9 экземпляров булатного оружия из Тифлиса без оформления рукояти. Для достижения поставленных целей проведены следующие мероприятия.

Для получения и анализа массива данных, связанных с химическим составом клинков, большое значение имеют простые и надежные методы определения элементного состава проб в сочетании с эффективными приемами математической обработ-

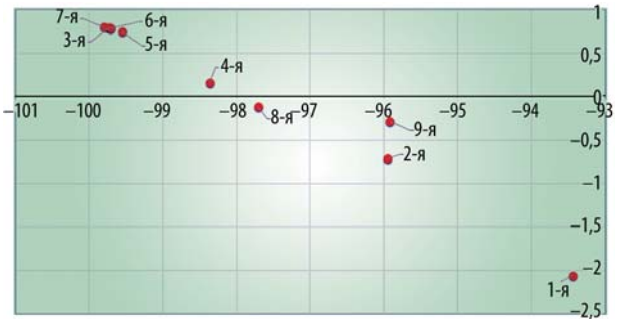

Рис. 5. Результаты статистической обработки данных покомпонентного химического анализа

ки данных результатов измерений. Для этой цели использовали методику математической обработки результатов измерений, которую проводили по стандартному алгоритму метода главных компонент.

Исследования качественного фазового состава проводили с применением рентгеновского дифрактометра Shimadzu XRD-7000 с использованием баз кристаллографических данных и методик измерения компании Shimadzu.

Определение содержания углерода проводили с применением изотопного IRMS-масс-спектрометра Nu Horizon компании HEKAtech. Согласно методикам компании, для исследования требуется перевести образец в газовую фазу путем сжигания в окислительном реакторе. Полученный состав газа сравнивали с сертифицированным стандартным образцом.

Результаты исследований

В работе [21] представлен покомпонентный химический анализ клинков, который показал наличие большого числа химических элементов. Из девяти предметов исследования два клинка были изготовлены мастером Геургом Элиазаровым (№ 1 и 2), два — его сыном Кахраманом (№ 3 и 4), остальные клинки — работа мастеров Златоустовской фабрики В. И. Южакова (№ 5–7) и Карла Вольферца (№ 8 и 9). Указанные номера клинков соответствуют нумерации на **рис. 5**.

Данные были обработаны с помощью программы R – The R Foundation for Statistical Computing Platform [22] для статистической обработки данных и работы с графическими структурами. Результаты представлены в виде графика (см. рис. 5).

При рассмотрении возможности объединения полученных результатов в одну группу (по мастерам и химическому составу клинков) авторы пришли к выводу, что на основании полученных результатов это не представляется возможным. Полученные данные позволяют выделить четыре группы образцов с близким химическим составом. Первая группа — № 3, 5–7, вторая — № 4 и 8, третья — № 2 и 9, последняя представлена только № 1.

Исходя из полученных результатов, можно сказать, что в первую группу вошли все работы В. И. Южакова и одна К. Элиазарова, который, очевидно, был наставником В. И. Южакова. Вторая и третья группы показывают близость качества двух работ К. Вольферца к работам Кахрамана и Геурка Элиазаровых. Вероятно, в этом случае наставники демонстрировали свое мастерство, используя различные материалы. Особняком стоит четвертая группа, представленная только одним предметом — работой Г. Элиазарова.

При использовании рентгеновского дифрактометра были получены результаты, представленные на **рис. 6–8**. Фазовый состав всех образцов показал наличие в них цементита (Fe_3C), который соответствует углу 82,47 2θ на графиках (см. рис. 6–8).

Однако в трех из девяти образцов также был выявлен карбид железа FeC, который определяется пиком на 54,35 2 θ на дифрактограммах. Во всех тифлисских клинках железо представлено в виде α- и γ-модификаций, причем сигнал для α-железа значительно превышает аналогичные параметры для γ-железа. На графиках α-железо представлено самым большим пиком по интенсивности *I* (отн. ед.) и соответствует углу 44,67 2θ, γ-железо соответствует углу 65,24 2θ.

При анализе полученных результатов было выявлено наличие нескольких пиков в образцах № 2 и 9. В этих пробах не удалось идентифицировать пики, соответствующие углам 2 θ: 48, 53, 86 и 88, ввиду того, что нет соответствия пиков с данной интенсивностью эталонам из базы данных оборудования, используемого при проведении исследований.

При использовании IRMS-масс-спектрометра Nu Horizon было определено процентное содержание углерода во всех образцах тифлисского булата. Полученные результаты отображены в **таблице**.

Все результаты можно разделить на несколько групп в соответствии с современной классификацией железоуглеродистых сплавов по содержанию углерода:

1) доэвтектоидные (низкоуглеродистые) — содержание углерода от 0,02 до 0,8 % (к этой группе можно отнести образцы № 3, 6 и 7);

2) заэвтектоидные (высокоуглеродистые) — содержание углерода от 0,8 до 2,14 % (во многих работах [1–12] булат относят к высокоуглеродистым сталям, по полученным результатам этой теории соответствуют образцы № 1, 4, 8 и 9);

3) в особую группу можно выделить клинки с повышенным содержанием углерода (№ 2, 5), которые по современной классификации относятся к чугунам.

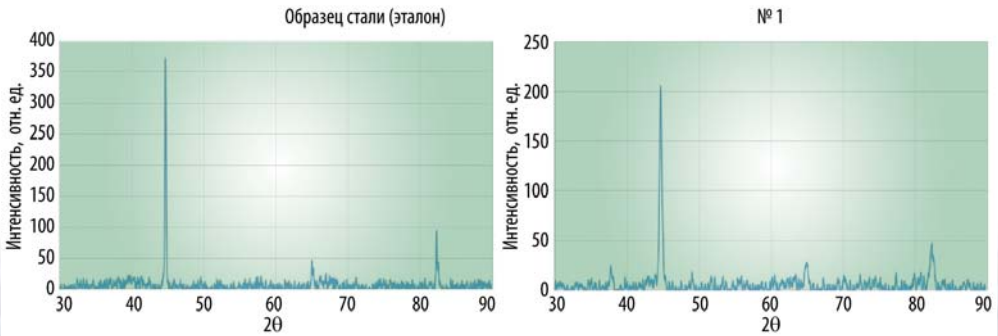

Рис. 6. Дифрактограммы эталонного образца стали и тифлисского булата (клинок № 1)

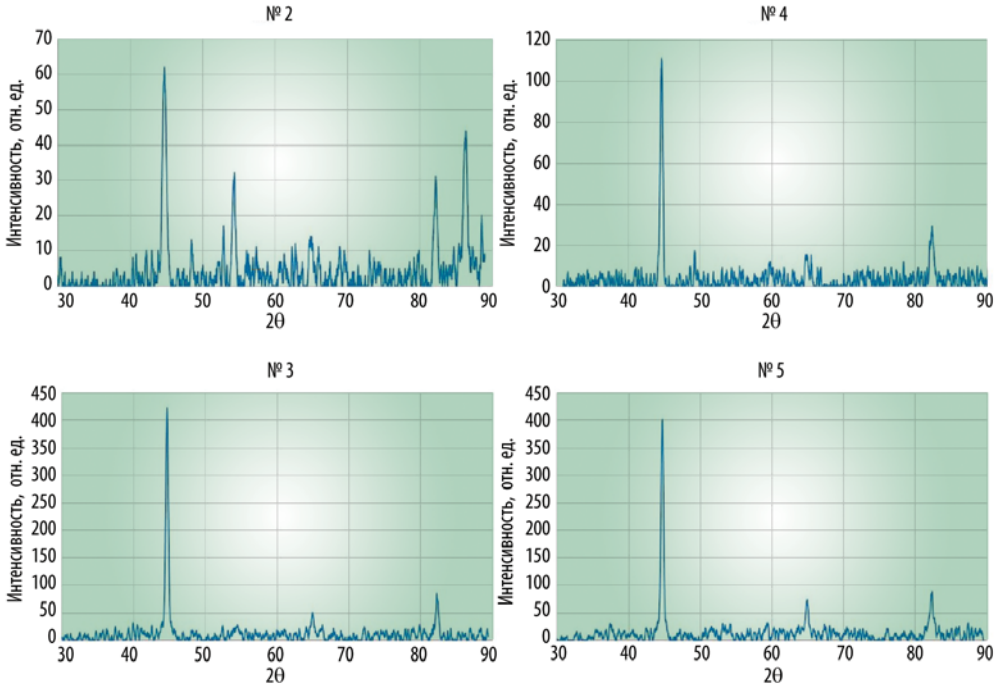

Рис. 7. Дифрактограммы тифлисского булата (№ 2–5)

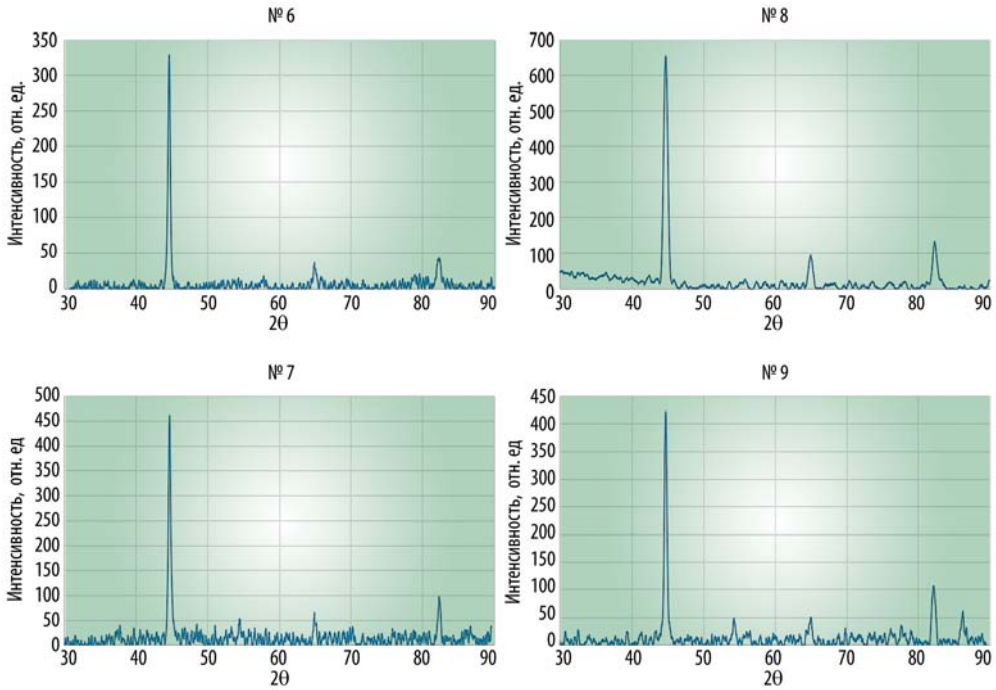

Рис. 8. Дифрактограммы тифлисского булата (№ 6 и 9)

Большинство из исследуемых объектов вписываются в рамки современной классификации. Однако есть несколько булатных клинков с содержанием углерода, как у современных чугунов. На данном этапе исследований можно сделать предположение, что подобное содержание углерода связано с особенностями химического состава материалов (железо, топливо, флюсы, чугунная крошка), используемых для получения холодного оружия. Это же можно сказать и о низкоуглеродистых образцах оружия.

Содержание углерода в исследуемых образцах булата

Номер образца	Автор	Год	Общее содержание Fe (из хим. состава), %	Содержание C, %
1	Г. Элиазаров	1830	93,42	1,66
2	Г. Элиазаров	1830	95,94	5,19
3	К. Элиазаров	1832	99,73	0,59
4	К. Элиазаров	1832	98,37	1,87
5	В. И. Южаков	1832	99,56	2,21
6	В. И. Южаков	1832	99,72	0,59
7	В. И. Южаков	1832	99,81	0,45
8	К. Вольферц	1832	97,71	1,16
9	К. Вольферц	1832	95,81	2,02

Заключение

При проведении исследования получены следующие результаты:

1) смоделирован и проанализирован посредством программы The R Foundation for Statistical Computing Platform массив данных по химическому составу тифлисских клинков. Выделено четыре кластера образцов по составу и мастерам, изготовившим клинки. При рассмотрении возможности объединения полученных результатов в одну группу авторы пришли к выводу, что это не представляется возможным;

2) проведен качественный анализ фазового состава с применением рентгеновского дифрактометра. Все образцы показали наличие α- и γ-модификаций железа, цементита (Fe_3C). Также в нескольких пробах обнаружено наличие FeC. Однако остались неидентифицированными несколько пиков, которые не соответствуют эталонам из кристаллографических баз данных используемого оборудования;

3) определено содержание углерода в исследуемых образцах на изотопном масс-спектрометре. Полученные результаты сопоставлены с современной классификацией железоуглеродистых сплавов. Не все клинки, подвергшиеся исследованию, можно отнести к высокоуглеродистой стали. Сделано предположение, что это связано со спецификой используемых материалов. ЧМ

Авторы благодарят М. Ю. Синай, доцента кафедры геоэкологии РГПУ им. А. И. Герцена за помощь в проведении исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Grazzi F., Cantini F., Salvemini F.* The investigation of Indian and central Asian swords through neutron methods // Journal of Archaeological Science. 2018. Reports 20. P. 834–842. DOI: 10.1016/j.jasrep. 2018.06.010
2. *C. Santos Hellen, Added Nemitala, F. Silva Tiago, Rodrigues C. L.* External-RBS, PIXE and NRA analysis for ancient swords // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. B. 2015. Vol. 345. P. 42–47. DOI: 10.1016/j.nimb.2014.12.076
3. *Pandey L.* Manufacture of the High Quality Carbon Iron/Steel in India in the Medieval Period // Journal of Social Welfare and Management. 2016. Vol. 8. No. 3. P. 153–158.
4. *Verhoeven J. D., Pendray A. H., Dauksch W. E., Wagstaff S. R.* Damascus Steel Revisited // The Journal of Minerals, Metals & Materials Society. 2018. Vol. 70, Iss. 7. P. 1331–1336. DOI: 10.1007/s11837-018-2915-z
5. *Архангельский Л. Б.* Секреты булата. — М. : Металлургиздат, 2007. — 163 с.
6. *Воробьева С. Л.* Клинковое оружие эпохи раннего железа из фондов Национального музея Республики Башкортостан (случайные находки) // Черные металлы. 2014. № 4. С. 118–124.
7. *Гуревич Ю. Г.* Харалужные мечи // Черные металлы. 2011. № 2. С. 79–80.
8. *Гуревич Ю. Г.* Индийский ВУТЦ — первый в мире композиционный материал // Конструкции из композиционных материалов. 2006. № 4. С. 83–86.
9. *Суханов Д. А.* Структурообразование Индо-Персидского фосфористого булата / Мат-лы XXXV Междунар. науч. конф. «Тенденции развития науки и образования». 2018. Ч. 3. С. 24–34.
10. *Счастливцев В. М., Герасимов В. Ю., Родионов Д. П.* Структура трех златоустовских булатов // Физика металлов и металловедение. 2008. Т. 106. № 2. С. 182–188.
11. *Шахназаров К. Ю., Пряхин Е. И.* Аномалия пластичности железа как следствие превращения при 650 °С // Записки Горного института. 2016. Т. 217. С. 150–155.
12. *Щербаков В. А., Борзунов В. П.* Булатная сталь. — М. : МИСиС, 1996. — 311 с.
13. *Аносов П. П.* О булатах // Горный журнал. 1841. № 1. С. 157–318.
14. *Чолокашвили К. К.* Из истории грузинского булата / Мат-лы VII Междунар. конгресса антропол. и этногр. наук (Москва, 1964). — Тбилиси : Мецниереба, 1964. — 9 с.
15. *Аствацатурян Э. Г.* Секрет булата // Анив. 26.12.2006 № 4 (7) [Электронный ресурс]. URL: http://www.aniv.ru/archive/33/sekret-bulata-emma-astvatsaturjan-/?print=1
16. *Суханов И. П.* Тифлисские университеты // Калашников. Оружие, боеприпасы, снаряжение. 2001. № 1. С. 61–63.
17. Акты, собранные Кавказской археографической комиссией: Типография Главного Управления Наместника Кавказского. Тифлис. Т. VIII. С. 189–191.
18. Архив Горного музея. Ф. 1. Оп. 3. Д. 36. Л. 118–118 об.
19. Архив Горного музея. Ф. 1. Оп. 3. Д. 36. Л. 136.
20. Архив Златоустовского Горного округа. Фонд — И 24. Оп. 1. Д. 559. Л. 13–13 об.
21. *Tumanova K. V., Bazhin V. Yu., Dubovikov O. A., Sundurov A. V.* Analysis of chemical composition of Damask blades from the collection of Mining museum in St. Petersburg Mining University // CIS Iron and Steel Review. 2019. Vol. 17. P. 65–69.
22. The R Foundation for Statistical Computing Platform [Электронный ресурс]. URL: http://www.r-project.org/

"CHERNYE METALLY", 2020, No. 2, pp. 73–78

THE STUDY OF GEORGIAN DAMASK WEAPONS OF THE XIX CENTURY FROM THE COLLECTION OF THE MINING UNIVERSITY`S MINING MUSEUM

K. V. Tumanova[1], Cand. Eng., Senior Researcher of the Mining museum

V. Yu. Bazhin[1], Dr. Eng., Prof., Vice-rector for scientific and innovation activities

O. A. Dubovikov[1], Dr. Eng., Prof., Chemical Technologies and Energy Processing Dept.

A. V. Sundurov[1], Post-graduate, Metallurgical Dept.

V. G. Povarov[1], Dr. Eng., Head of Analytical Research Dept., Center for Collective Use

[1] St. Petersburg Mining University (St. Petersburg, Russia)

E-mail: **karinadam@mail.ru; dubovikov_oa@mail.ru; sav.66@bk.ru;**

Abstract: Features of the production of cold steel damask weapons in Georgia have always been of interest to specialists and collectors around the world. It has not only high historical and cultural, but also scientific value. In the collection of exhibits of the Mining Museum of St. Petersburg Mining University are damask blades created in Tiflis in 1830-1832. 9 samples were investigated. The modeling and analysis of an array of data on chemical composition of the blades and craftsmen were carried out. The possibility of combining the results in one group is considered. The qualitative phase composition of the test samples using an X-ray diffractometer, the carbon content in the test samples using an isotopic mass spectrometer were determined. The results obtained on the carbon content are compared with the modern classification of iron-carbon alloys.

The authors thank M. Yu. Sinai, associate professor of Geoecology Dept., Herzen State Pedagogical University of Russia for help in conducting research.

Keywords: Georgia, Tiflis, damask steel, weapons, iron carbide, carbon content, chemical composition, impurities.

References:

1. Grazzi F., Cantini F., Salvemini F. The investigation of Indian and central Asian swords through neutron methods. *Journal of Archaeological Science*. 2018. Reports 20. pp. 834–842.
2. Hellen C. S., Nemitala A., Silva T. F., Rodrigues C. L. External-RBS, PIXE and NRA analysis for ancient swords. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. B.* 2015. Vol. 345. pp. 42–47.
3. Pandey L. Manufacture of the High Quality Carbon Iron/Steel in India in the Medieval Period. *Journal of Social Welfare and Management*. 2016. Vol. 8. No. 3. pp. 153–158.
4. Verhoeven J. D., Pendray A. H., Dauksch W. E., Wagstaff S. R. Damascus Steel Revisited. *The Journal of Minerals, Metals & Materials Society.* 2018. Vol. 70, Iss. 7. pp. 1331–1336.
5. Arkhangelsky L. B. Damask steel secrets. Moscow: Metallurgizdat, 2007. 163 p.
6. Vorobieva S. L. Bladed weapon of the early Iron Age from the collections of National Museum of the Republic of Bashkortostan (occasional findings). *Chernye Metally*. 2014. No. 4. pp. 118–124.
7. Gurevich Yu. G. Damask steel swords. *Chernye Metally.* 2011. No. 2. pp. 79–80.
8. Gurevich Yu. G. Indian Wootz is the first-ever composite material. *Konstruktsii iz kompozitsionnykh materialov*. 2006. No. 4. pp. 83–86.
9. Sukhanov D. A. Structurization of the Indo-Persian phosphorous Damask steel. *Proceedings of the XXXV International scientific conference «Trends in development of science and education»*. 2018. P. 3. pp. 24–34.
10. Schastlivtsev V. M., Gerasimov V. Yu., Rodionov D. P. The structure of three Zlatoust Damask steels. *Fizika metallov i metallovedenie*. 2008. Vol. 106. No. 2. pp. 182–188.
11. Shakhnazarov K. Yu., Pryakhin E. I. Anomaly of iron plasticity as a consequence of the transformation at 650 °C. *Zapiski Gornogo instituta*. 2016.Vol. 217. pp. 150–155.
12. Shcherbakov V. A., Borzunov V. P. Damask steel. Moscow: MISiS, 1996. 311 p.
13. Anosov P. P. About Damask steel. *Gorny zhurnal*. 1841. No. 1. pp. 157–318.
14. Cholokashvili K. K. From the history of Georgian Damask steel. *Proceedings of the VII International congress of anthropological and ethnografical sciences (Moscow, 1964)*. Tbilisi: Metsniereba, 1964. 9 p.
15. Astvatsaturyan E. G. Damask steel secret. *Aniv.* 26.12.2006 No. 4 (7) [Electronic resource]. Available at: http://www.aniv.ru/archive/33/sekret-bulata-emma-astvatsaturjan-/?print=1
16. Sukhanov I. P. Tiflis universities. *Kalashnikov. Oruzhie, boepripasy, snaryazhenie*. 2001. No. 1. pp. 61–63.
17. Acts collected by the Caucasian archaeographical commission: Printing house of the Caucasian Governor-General's Central administrative board. Tiflis. Vol. VIII. pp. 189–191.
18. Mining Museum`s Archives. Fund 1. Register 3. File 36. List 118–118 rev.
19. Mining Museum`s Archives. Fund 1. Register 3. File 36. List. 136.
20. Zlatoust Mining District Archives. Fund - I 24. Register 1. File 559. List 13–13 rev.
21. Tumanova K. V., Bazhin V. Yu., Dubovikov O. A., Sundurov A. V. Analysis of chemical composition of Damask blades from the collection of Mining museum in St. Petersburg Mining University. *CIS Iron and Steel Review*. 2019. Vol. 17. pp. 65–69.
22. The R Foundation for Statistical Computing Platform [electronic resource]. Available at: http://www.r-project.org/