

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ МЕТОДЫ В ИЗУЧЕНИИ
ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

УДК 902.2

ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОЛОТНЫХ
НИТЕЙ ИЗ ПЛИТОВОЙ МОГИЛЫ НА ПЛАТО ЭСКИ-КЕРМЕН

© 2021 г. А. Ю. Лобода^{1,*}, А. В. Антипенко^{2,3}, А. В. Мандрыкина¹, Э. А. Хайрединова²,
Е. Ю. Терещенко^{1,4}, А. И. Айбабин^{2,3}, Е. Б. Яцишина¹

¹ Национальный исследовательский центр “Курчатовский институт”, Москва, Россия

² Институт археологии Крыма РАН, Симферополь, Россия

³ Научно-исследовательский центр истории и археологии Крыма КФУ им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия

⁴ Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова ФНИЦ “Кристаллография и фотоника” РАН, Москва, Россия

*E-mail: lobodaau@mail.ru

Поступила в редакцию 31.05.2021 г.

После доработки 31.05.2021 г.

Принята к публикации 14.06.2021 г.

Изучены золотные нити, найденные в ходе раскопок средневекового городища на плато Эски-Кермен (Республика Крым, Бахчисарайский район, с. Красный Мак) в двух погребениях первой половины XIV в. Методом электронной микроскопии с энергодисперсионным рентгеновским микроанализом исследованы элементный состав и морфология изделий. Сделан вывод об импортном происхождении золотных нитей и выдвинуто предположение о принадлежности изделий к средиземноморской ремесленной традиции.

DOI: 10.1134/S1992722321050149

ВВЕДЕНИЕ

Самые ранние находки золотных нитей относятся ко II тыс. до н.э. Они представлены на территории Ближнего Востока, Древней Греции, Рима, и позже – Византии, средневековой Европы, а также Древней Руси [1, с. 347–348]. В Крыму золотные нити фиксируются с начала I тыс. н.э. В частности, они были найдены в некрополе Херсонеса Таврического и в варварском могильнике Усть-Альма [2]. Фрагмент импортной, вероятно византийской, шелковой ткани XII в., расшитой золотными нитями, найден в Херсонесе [3, с. 49–50]. Судя по находкам, одежда из тканей с золотными нитями пользовалась популярностью и у средневекового населения так называемых пещерных городов Юго-Западного Крыма. Так, обрывки позумента от головного убора из плетеных серебряных позолоченных нитей найдены в одном из женских погребений XIV в. около западной стены Мангупской базилики [4, с. 358–359, рис. 23ж]. В могиле XIII–XIV вв. около часовни на плато Кыз-Куле выявлены фрагменты плетеных из золоченных нитей узкой тесьмы и жгута [5, с. 86]. Разрозненные находки обрывков нитей из металла происходят и из других археологических памятников Крымского полуострова.

Сфера применения золотных нитей в древности была широкой: металлические нити вплетали в ткани, использовали при изготовлении гобеле-

нов, вышивки и кружева. Традиционно золотные нити связаны с использованием шелка, поскольку они, как и шелк, считаются дорогими материалами, используемыми в производстве предметов роскоши. На основании морфологических характеристик нити делятся на: тонкие полоски золота или серебра, навитые на шелковую или льняную нить; золотые или серебряные проволоки; позолоченные полоски кожи, бумаги, кишечника животных. Эта классификация может быть еще более дробной, если дополнять ее технологическими нюансами изготовления [6, р. 55–60]. Общим моментом для всех типов нитей является применение для их производства драгоценных металлов высокой пробы [1].

Традиция декорировать одежду драгоценными металлами в древности являлась одним из способов подчеркнуть высокий социальный статус и материальное благополучие владельца. На территории Северной и Восточной Европы золотные нити получили широкое распространение благодаря торговому пути “из варяг в греки” [1, с. 356]. Дорогие ткани, в том числе орнаментированные золотными нитями, являлись важным предметом импорта из Византийской империи на Русь. Источники сообщают об этом в сюжетах, рассказывающих о “византийской дани” Олегу, Игорю и Святославу. Попадая на Русь, шелка, украшенные тесьмой с золотной нитью и позументами из



Рис. 1. Женское погребение и золотные нити из могилы 5/2020 (а), нити 1 (б), нити 2 (в).

золотой и серебряной проволоки, поступали в крупные торговые центры Швеции [7, с. 264–265, 273–276]. Парадный “придворный” костюм Византийской империи с вышивкой или тесьмой из золотой нити распространялся на территории Дании одновременно с процессом христианизации датской аристократии во второй половине X столетия [8, с. 144].

На территории Древней Руси в домонгольское время золотными нитями расшивался не только костюм высших сословий, но и рядового населения. На большую популярность металлических нитей указывает тот факт, что коллекция шитья из Государственного исторического музея состоит преимущественно из находок на сельских кладбищах Руси. Обычно золотным шитьем украшали узкие полоски на вороте и рукавах. Так, многие из фрагментов тесьмы находились в погребениях на шейных позвонках скелетов, как правило, вместе с мелкими шаровидными пуговками, которыми застегивался ворот платья [9, с. 140–141; 10, с. 4–12]. В основном найденные в древнерусских памятниках золотные нити представляют собой тонкие узкие полоски металла, навитого на нить-основу, либо волоченную проволоку. Находки нитей из позолоченной органической основы единичны [1, с. 349–352].

В золотоордынское время география распространения металлических нитей меняется. Их находят как на некрополях, связанных с крупными городскими центрами на Волге, так и в подкурган-

ных захоронениях на обширных степных просторах, контролировавшихся кочевниками. Золотные нити в соответствии с модой золотоордынского времени употребляются для декорирования халатов, жилетов, обуви и головных уборов. Работы по исследованию текстиля золотоордынского времени демонстрируют, что золотные нити часто входили в состав парчовых тканей и были изготовлены по другой технологии, а именно представляют собой шелковую основу, спряденную с полоской животной субстанции, покрытую золотом довольно высокой пробы [11, с. 220–221; 12, с. 9–10, с. 167–181; 13, с. 138–139, 142]. Хотя на памятниках городского населения известны и пряденные нити, представляющие собой шелковую основу, обвитую металлической полоской, а также нити-волоchenки, которые, вероятно, были привезены из Европы [14, 15]. В погребении мавзолея Болгарской аристократии золотоордынского времени обнаружены как пряденные, так и нити на органической основе, входившие в состав различных видов ткани [16, с. 74–80].

В 2020 г. на участке христианского некрополя, расположенного напротив главной базилики города на плато Эски-Кермен, в двух погребениях первой половины XIV в. обнаружены фрагменты золотных нитей. В могиле 5/2020, в захоронении молодой женщины 20 лет, в области шеи лежали многочисленные отдельные нити из обшивки ворота, а на левой лопатке и в верхней части грудной клетки – обрывки узкого, сплетенного из металлических нитей шнура (длина фрагментов 2.6–10.5 см, ширина шнура 0.5 см) (рис. 1а). В могиле 8/2020, в захоронении девочки-подростка 11–12 лет, золотные нити обнаружены на шейных позвонках и около левой скуловой кости (рис. 2б). Скорее всего из нитей была соткана тесьма, украшавшая ворот одежды погребенной.

Поверхность нитей из обшивки ворота из обеих могил имеет золотистый блеск.

В задачи данного исследования входило определение состава сплава золотных нитей из некрополя на плато Эски-Кермен, изучение морфологии их поверхности, а также выявление технологических особенностей изделий, для возможного определения их происхождения.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования стали золотные нити трех видов.

Нити 1, найденные в верхней части грудной клетки в женском погребении из плитовой могилы 5/2020, сплетены в плоский шнур. Ширина свитого металлического листа составляет ~350–400 нм, его толщина ~11–13 нм. Нити спрядены неплотно в S-направлении, с просветами между круткой. Нити деформированы – уплощены, в



Рис. 2. Погребение девочки-подростка и золотые нити из могилы 8/2020 (а), нити 3 (б, в).

просветах между металлом видна свитая нить (рис. 1а, рис. 3а).

Нити 2 обнаружены в области шеи погребенной в плитовой могиле 5/2020 женщины. Ширина свитого металлического листа составляет ~390–420 нм, его толщина ~12–14 нм. Изделия спрядены неплотно, в S-направлении, с просветами между круткой (рис. 1а, 3б).

Нити 3 выявлены на шейных позвонках девочки-подростка из плитовой могилы 8/2020. Ширина свитого металлического листа составляет ~310–390 нм, его толщина ~21–25 нм. Нити спрядены неплотно в S-направлении, с просветами между круткой. Нити деформированы – уплощены, в просветах между металлом видна свитая нить (рис. 2б, 3в).

Для исследования морфологии и элементного состава использовали двулучевой растровый электронно-ионный микроскоп VERSA 3D (ThermoFisher Scientific) с кольцевым твердотельным детектором обратнорассеянных электронов (CBS), совмещенный с энергодисперсионным рентгеновским микроанализатором – Si (Li)-детектор (EDAX). Съемку проводили в высоком вакууме (2×10^{-3} Па) при ускоряющем напряжении 30 кВ и токе 45 нА.

Исследование морфологии поверхности нитей проведено с помощью растрового электронного микроскопа (РЭМ) с увеличением до $\times 3000$.

Элементный анализ выполняли на крупных областях, для каждого образца проводили три измерения, данные о составе усредняли. Для сканирования распределения элементов по толщине была выбрана область с минимальным количеством морфологических неоднородностей поверхности. Шаг сканирования по линии составлял 1 мкм. Поскольку у нити 3 толщина металлической полосы примерно в 2 раза толще нитей 1 и 2, количество точек составило 12 – для нитей 1 и 2, 22 – для нитей 3 (табл. 2, 3). Время накопления сигнала в точке составляло 10 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате исследования методами растровой электронной микроскопии/энергодисперсионного рентгеновского анализа (РЭМ/ЭРМ) установлено, что нити 1 изготовлены из серебряно-золотого сплава, содержащего ~78.5% Ag и 12.2% Au. Обнаружены примеси Cu (~0.3%), Fe (~0.5%) и S (~2%), а также Al (~2.4%) и Si (~3.3%), вероятно, представляющие собой алюмосиликатные загрязнения (табл. 1).

Металл нитей 2 содержит ~80.8% Ag и 12.4% Au. Обнаружены примеси Cu (~0.3%), Fe (~0.3%) и S (~1.6%). Также зафиксированы алюмосиликатные загрязнения – Al (~1.7%) и Si (~2.5%) (табл. 1).

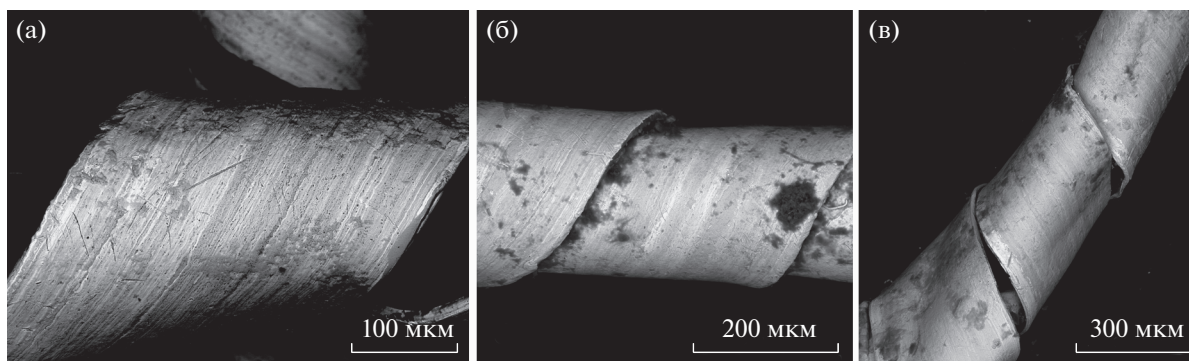


Рис. 3. РЭМ-изображения нитей 1–3 (а–в).

Таблица 1. Элементный состав образцов по данным РЭМ/ЭРМ

		Ag L	Au L	Cu K	Fe K	Mg K	Al K	Si K	S K	
Нити 1	Внешняя поверхность	79.0	12.6	0.3	0.4	0.6	2.1	2.4	2.5	
		72.9	15.2	0.3	0.6	0.6	2.6	4.2	3.6	
		77.9	13.0	0.2	0.7	0.7	2.3	3.1	2.2	
	Внутренняя поверхность	80.7	11.3	0.4	0.4	0.7	2.3	2.6	1.4	
		79.7	12.1	0.4	0.7	0.6	2.4	3.6	0.6	
		80.5	9.2	0.3	0.5	0.8	2.7	3.9	2.0	
	Среднее	78.45	12.24	0.32	0.55	0.67	2.40	3.29	2.05	
	Нити 2	Внешняя поверхность	87.1	7.9	0.2	0	0.5	0.7	0.5	3.1
			87.4	9.2	0.4	0	0.4	0.7	0.7	1.2
81.3			15.1	0.3	0.1	0.4	0.7	0.5	1.7	
Внутренняя поверхность		76.6	13.4	0.3	0.5	0.7	3.0	4.9	0.7	
		74.0	15.4	0.4	0.3	0.8	2.9	4.9	1.3	
		78.7	13.4	0.3	0.2	0.5	2.2	3.3	1.5	
Среднее		80.85	12.40	0.32	0.18	0.55	1.70	2.47	1.59	
Нити 3		Внешняя поверхность	90.5	5.5	0.8	0.3	0.4	0.9	0.9	0.8
			83.3	8.0	0.6	0.5	0.5	1.0	1.8	4.4
	83.4		10.4	0.5	0.7	0.3	0.9	1.5	2.5	
	Внутренняя поверхность	78.1	17.2	0.8	0.2	0.5	1.3	1.3	0.6	
		88.3	8.7	0.6	0.2	0.5	1.0	0.6	0.2	
		85.4	9.9	0.5	0.2	0.3	2.5	1.0	0.3	
	Среднее	84.83	9.95	0.63	0.35	0.42	1.27	1.18	1.47	

Таблица 2. РЭМ/ЭРМ-анализ по линии (нити 1 и 2)

Точка	Нить 1											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ag L	59.9	54.8	51.4	79.3	60.2	47.5	26.7	24.1	27.1	66.3	42.5	37.8
Au L	37.9	44.5	47.9	20.0	39.0	52.0	72.4	75.2	71.7	33.1	56.7	61.1
Fe K	1.9	0.5	0.3	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7	0.4	0.5	0.9
Cu K	0.2	0.3	0.4	0.2	0.2	0	0.3	0	0.4	0.2	0.3	0.2
Точка	Нить 2											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ag L	63.1	57.7	55.2	60.2	69.1	77.8	89.8	78.0	92.7	94.7	93.6	93.9
Au L	35.4	41.6	44.1	39.0	30.5	21.6	9.6	21.5	6.6	4.1	6.0	5.3
Fe K	1.0	0.4	0.5	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.6	0.2	0.5
Cu K	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.5	0.2	0.3

Нити 3 изготовлены из серебряно-золотого сплава, содержащего ~84.8% Ag и ~10% Au. Обнаружены примеси Cu (~0.6%), Fe (~0.3%) и S (~1.5%), а также алюмосиликатные загрязнения – Al (~1.3%) и Si (~1.2%) (табл. 1).

Для более подробного изучения степени неоднородности сплавов полос золотных нитей провели сканирование распределения элементов в металле по толщине; на торцах полос нитей 1–3

изучали содержание основных компонентов сплава Au, Ag, Fe, Cu (рис. 4, табл. 2, 3).

Содержание серебра в нитях 1 варьировалось от 24.1 до 79.3%, золота – от 20.0 до 75.2% (рис. 4а, табл. 2), в нитях 2 серебра – от 55.2 до 94.7%, золота – от 4.1 до 44.1% (рис. 4б, табл. 2), в нитях 3 серебра – от 6.1 до 85.8%, золота – от 13.2 до 93.3% (рис. 4в, табл. 3).

Количество железа во всех трех образцах колебалось в пределах 1% и лишь в одной зоне превысило это значение (1.9%). Содержание меди во всех образцах составляло 0.0–0.8%. Это не позволяет рассматривать данные элементы как намеренно введенную в состав сплава примесь.

Несмотря на довольно однородный при исследовании крупных областей металла элементный состав полос золотных нитей 1–3 (табл. 1), в ходе исследования нитей сканированием в точках по линии был зафиксирован крайне высокий разброс в распределении и содержании серебра и золота. Это наглядно демонстрирует значительную неоднородность сплава полос. Зафиксированные концентрации золота не имеют тенденции к скоплению на поверхности, а значительно варьируются в толще сплавов металлических полос золотных нитей.

Помимо изучения элементного состава металла с помощью РЭМ была исследована морфология поверхности металла. При помощи детектора обратно рассеянных электронов, позволяющего визуализировать контраст по электронной плотности (т.е. получить информацию о композиционном составе поверхности), зафиксированы неоднородности в составах металла, а также визуализированы области высоких концентраций золота. Особенностью всех изученных золотных нитей является очень ровная внешняя и внутренняя поверхность металлического листа. Во всех случаях включения золота были растянуты в массе металла вдоль длинного края полос (рис. 3).

Также в ходе работ зафиксированы и описаны особенности торцевых краев каждого золотого листа. Во многих случаях они имели дополнительные деформации, полученные в процессе бытования изделия, которые не позволяли установить их оригинальный вид. На недеформированных участках всех трех видов нитей зафиксированы схожие особенности:

– торцевые края всех металлических листов имеют достаточно ровный срез, расположенный

Таблица 3. РЭМ/ЭРМ-анализ по линии (нить 3)

Точка	Нить 3			
	Ag L	Au L	Fe K	Cu K
1	18.3	81.3	0.3	0.1
2	15.7	83.8	0.2	0.2
3	15.1	84.6	0.3	0.1
4	23.2	75.3	0.8	0.7
5	6.9	92.2	0.5	0.4
6	7.0	92.4	0.4	0.3
7	6.1	93.3	0.3	0.4
8	10.5	88.7	0.3	0.5
9	17.4	82.1	0.2	0.2
10	56.7	42.5	0.3	0.5
11	84.0	14.9	0.4	0.8
12	85.8	13.2	0.3	0.8
13	83.1	16.1	0.1	0.7
14	54.7	44.2	0.4	0.7
15	20.5	78.6	0.3	0.6
16	49.9	49.1	0.3	0.6
17	48.9	50.0	0.3	0.7
18	57.7	41.4	0.4	0.5
19	34.9	64.2	0.4	0.5
20	61.6	37.1	0.5	0.8
21	48.4	50.5	0.5	0.5
22	45.9	53.2	0.4	0.6

почти под прямым углом к плоскости листа металла;

– один из краев (в большинстве случаев внешний край свернутого листа) имеет небольшую оборку выступающего металла (рис. 5);

– вдоль длинного края торцов на всех фрагментах нитей наблюдаются протяженные и достаточно глубокие параллельные царапины (рис. 5).

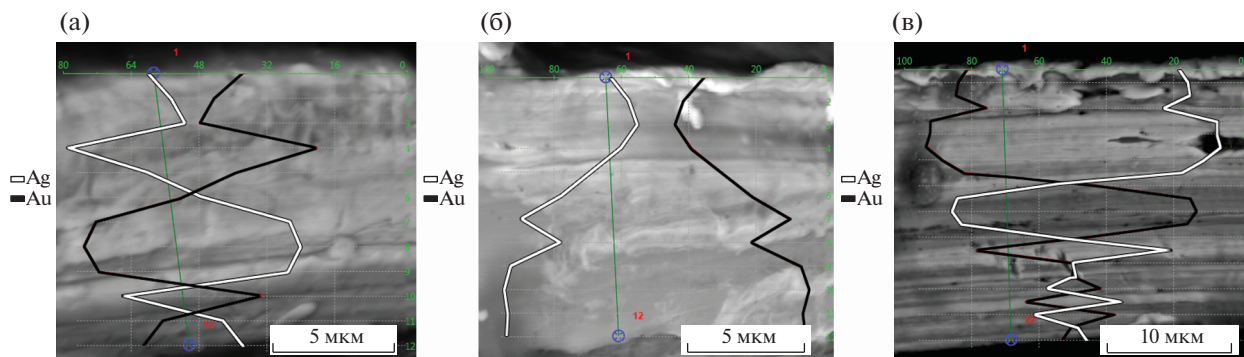


Рис. 4. РЭМ-изображения, области сканирования по линии нитей 1–3 (а–в).

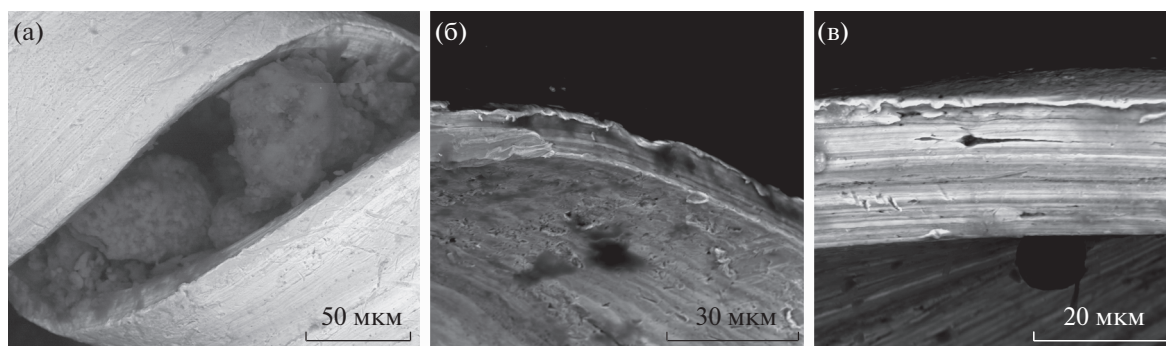


Рис. 5. РЭМ-изображения, края металлических полос нитей 13 (а–в).

РЕКОНСТРУКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА

Технология изготовления металлических нитей представляет особый интерес. Согласно более ранним исследованиям золотные нити по способу изготовления делятся на две группы: резанные и проволочно-катные [16, р. 62].

Проволочно-катные нити в соответствии с методом изготовления имеют мягкий закругленный торец краев металлического листа, в то время как край резаных может иметь отличительные особенности в соответствии с примененным методом резания.

Экспериментальные исследования по технике изготовления пряденных нитей, происходящих из памятников Древней Руси X в., показали, что при разрезании прокатанного листового металла на полоски могли использовать ножницы (в таком случае нить имеет ровные края с немного скошенными концами и “заусенцами”, на срезе фиксируются поперечные параллельные линии) и инструмент типа ножа (в результате на ровных краях полосок остаются ряды продольных линий) [17, с. 159].

Все перечисленное выше позволяет выдвинуть предположение о методе изготовления изученных фрагментов трех нитей.

Растянутые вдоль длинного края металлического листа включения в сплаве, а также абсолютно гладкая поверхность металла свидетельствуют о прокатке отлитого металла в тонкий лист. Затем раскатанный металл был нарезан на узкие полосы. Продольные параллельные царапины, идущие вдоль по торцу металлических полос, позволяют предположить, что резка листа проводилась орудием типа ножа, оставляющим царапины вдоль хода лезвия. Оборка металла, во всех случаях расположенная на одном из краев торца, представляет собой зону деформированного, растянутого в процессе резки, нижнего края металлического листа. Под давлением разрезаемый край металла был оттянут вниз, а при последующей ра-

боте с металлом, в том числе при оборачивании его вокруг внутренней нити, этот оттянутый край был загнут в сторону торцевого края полосы, что наблюдается на макрофотографиях (рис. 5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование элементного состава нитей из раскопок средневекового городища на плато Эски-Кермен демонстрирует, что для их изготовления применялся сплав серебра и золота с преобладанием в составе серебра. Золото присутствует в виде включений в сплав по всей поверхности изделий, его содержание варьируется, однако измерения лицевой и оборотной стороны нитей не показали наличие покрытия одного металла другим. Изучение морфологии края нитей позволяет сделать вывод, что при разрезании металлического листа использовали инструмент типа ножа. На макрофотографиях видно, что полоска металла навита на нить, свитую из двух, предположительно имеющую органическое происхождение. Таким образом, все три изученных образца можно охарактеризовать как пряденную золотную нить с органическим сердечником. Технологически нити соответствуют изделиям, которые относятся к средиземноморским ремесленным мастерским. Зафиксированное *in situ* положение золотных нитей в погребении — на шейных позвонках и в верхней части грудной клетки — позволяет говорить о том, что ими был украшен ворот одежды погребенных женщины и девочки-подростка. Обнаружение данных нитей в захоронениях Юго-Западного Крыма подтверждает наличие торговых связей Средневекового Крыма со средиземноморскими городами.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда в рамках реализации проекта № 20-18-00076 “Эволюция городов на Внутренней гряде Крымских гор в Средние века и Новое время”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковчик М.С. // *Stratum plus*. 2017. № 5. С. 347.
2. Крупа Т.Н., Крышталь А.П. www.formuseum.info/2007/03/24/krupa_tn_kryshstal_ap.html
3. Новицкая М.А. // *Byzantinoslavica: Revue internationale des études byzantines*. FASC. 1. 1972. Т. XXXIII. С. 42.
4. Тиханова М.А. // Археологические памятники Юго-Западного Крыма. М.; Л.: Изд-во АН СССР (МИА. № 34). 1953. С. 334.
5. Боданинский У.А. // ИГАИМК. 1935. Вып. 117. Материалы Эски-Керменской экспедиции 1931–1933 гг. С. 81.
6. Karatzani A. // *Textiles and Dress in Greece and the Roman East: a Technological and Social Approach*. Athens: Ta Pragmata Publications. 2012. P. 55. <https://doi.org/10.4236/ad.2020.82007>
7. Михайлов К.А. // Диалог культур и народов средневековой Европы. Санкт-Петербург. 2010. С. 262.
8. Михайлов К.А. // Чернігів у середньовічній та ранньомодерній історії Центрально-Східної Європи: Збірник наукових праць, присвячених 1100-літтю першої літописної згадки про Чернігів. Чернігів. 2007. С. 138.
9. Фехнер М.В. // Советская археология. 1977. № 3. С. 130.
10. Фехнер М.В. // Средневековые древности Восточной Европы. Труды ГИМ. М. 1993. Вып. 82. С. 3.
11. Крупа Т.Н. // Степи Европы в эпоху средневековья / Под ред. А.В. Евлевского. Т. 6. Донецк, 2008. С. 215.
12. Лантарова О.Б., Голиков В.П., Орфинская О.В. и др. Исследование уникальных археологических памятников из собрания Государственного исторического музея – комплексов одежд XIII–XIV вв. Москва, 2002. 237 с.
13. Додэ З.В. // Российская археология. 2005. № 2. С. 138.
14. Орфинская О.В., Лантарова О.Б. // Поволжская археология. 2014. № 4 (10). С. 146.
15. Орфинская О.В. // Диалог городской и степной культур на евразийском пространстве. Матер. V Междунар. конф., посвященной памяти Г.А. Федорова-Давыдова. Казань, Астрахань, 2011. С. 235.
16. Федотова Ю.В., Сеницына Н.П., Орфинская О.В., Визгалова М.Ю. // Поволжская археология. 2015. № 3 (13). С. 74.
17. Яковчик М.С. // Новые материалы и методы археологического исследования. Матер. VI конф. молодых ученых. М.: ИА РАН, 2021. С. 158.