

**О СОСТАВЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МИКРОЧАСТИЦ НА ПОВЕРХНОСТИ  
ОБРАЗЦА ГРАНИТНЫХ ВОРОТ ХРАМА В КАРНАКЕ (ЕГИПЕТ)**

*Горлова Юлия Владимировна*

*старший лаборант кафедры геологии нефти и газа  
Южного Федерального Университета, РФ, г. Ростов-на-Дону*

*E-mail: [gorlova-sfedu@yandex.ru](mailto:gorlova-sfedu@yandex.ru)*

**ABOUT THE STRUCTURE OF THE METAL MICROPARTICLES  
ON THE SAMPLE SURFACE OF TEMPLES GRANITE GATE  
IN KARNAK (EGYPT)**

*Julia Gorlova*

*the elder laboratory assistant of geology gas and naphtha's cathedra,  
South Federal University, Russia, Rostov-on-Don*

**АННОТАЦИЯ**

Изучение состава микрочастиц металлов на поверхности образца гранитных ворот храма в Карнаке (Египет) с применением методов электронной микроскопии и микроанализа позволило установить несколько различных по происхождению и составу групп микрочастиц. Доминирующими являются частицы медьсодержащего сплава, расцениваемые автором как частицы обрабатывающего инструмента.

**ABSTRACT**

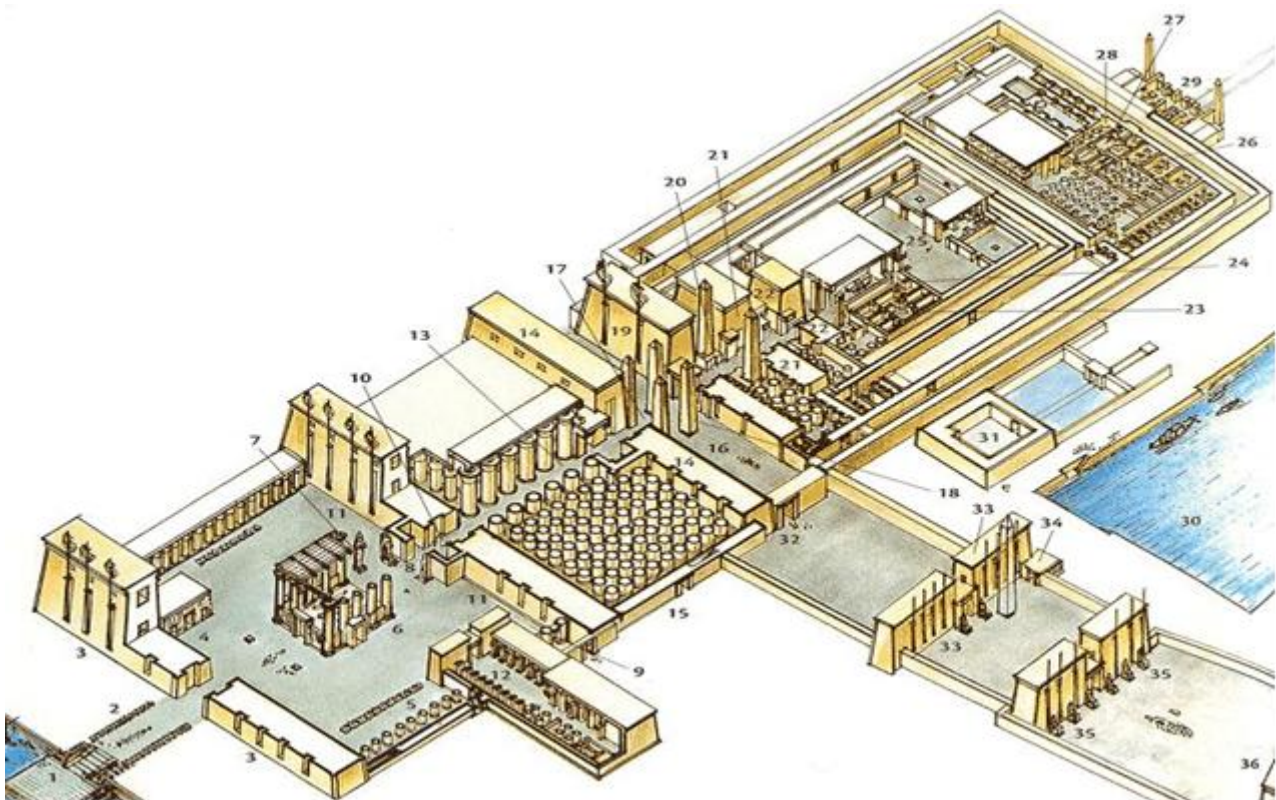
The study of the microparticles' structure on the sample surface of Temples granite gate in Karnak (Egypt) with the using of methods of electronic microscopy and microanalyse allowed to set the existence of some various by their origin and compound groups of microparticles. The cooper-containing alloy particles are considered by the author as the particles of processing tool are dominant.

**Ключевые слова:** металлические микрочастицы, сплавы, обработанная поверхность, храм в Карнаке

**Keywords:** metal microparticles, alloys of metals, the processed surface, the temple in Karnak

Исследование проводилось в рамках изучения вопросов, касающихся способов обработки камня при постройке древних мегалитических сооружений. Предложен подход, основанный на предположении о возможности сохранения в течение длительного времени микрочастиц инструмента, использовавшегося в процессе обработки камня.

Объектом исследований являлся фрагмент гранитных ворот храма Амона в Карнакском комплексе, Египет (рис. 1). Как считается, завершающий этап строительства храма приходится на период Нового Царства. Гранитные ворота, с которых был отобран образец, являются частью так называемого VI пилона, который относят к Тутмосу III, фараону XVIII династии. Годы правления: 1525—1479 гг. до н. э. [3].



*Рисунок 1. Храмовый комплекс в Карнаке*

1. Пристань с обелисками Сети II, 2. Аллея бараноголовых сфинксов (Рамсес II), 3. I пилон (Нектанеб I), 4. Святилище Сети II, 5. Колоннада, 6. Киоск Тахарки, 7. Колосс Рамсеса II, 8. Колоссы Рамсеса II (разрушены), 9. Портик Бубастидов, 10. Вестибюль II пилона, 11. II пилон (Хоремхеб — Сети I), 12. Храм Рамсеса III, 13. Большой гипостильный зал, 14. III пилон (Аменхотеп III — XIX династия), 15. Южная стена Большого гипостильного зала, 16. Двор обелисков, 17. Обелиски Тутмоса III (утрачены), 18. Обелиски Тутмоса I (сохранился южный), 19. IV пилон (Тутмос I), 20. Обелиски Хатшепсут (сохранился северный), 21. V пилон (Тутмос I), 22. VI пилон (Тутмос III), 23. Зал анналов Тутмоса III, 24. Святилище ладьи Филиппа Арридея, 25. Святилище Среднего царства, 26. Юбилейный храм Тутмоса III, 27. Святилище Сокара, 28. «Ботанический сад» Тутмоса III, 29. Святилище Внемлющего уха, 30. Священное озеро, 31. Храм Тахарки, 32. Ворота Рамсеса IX, 33. VII пилон (Тутмос III), 34. Святилище Тутмоса III, 35. VIII пилон (Хатшепсут), 36. IX пилон (Хоремхеб)

Целью исследования явилось выявление следов обработки поверхности, а также установление наличия и состава микрочастиц металлов. Исследование проводилось с использованием растрового электронного микроскопа Tescan Vega LMU, оснащенного системой рентгеновского волнодисперсионного микроанализа Oxford INCA Wave 700.

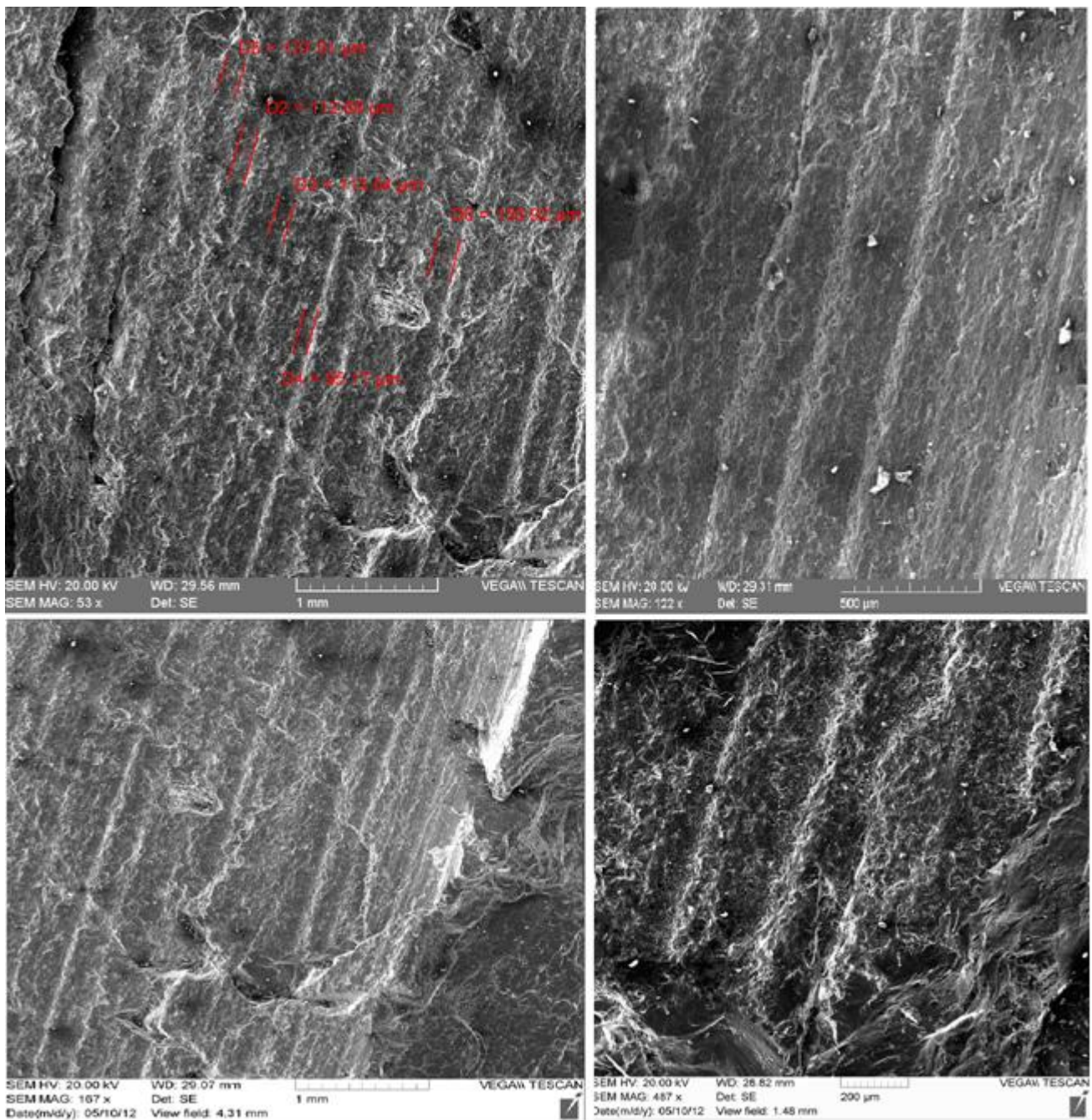
Образец представляет собой выветрелую обработанную поверхность гранита, на которой выделяются специфичные формы поверхности, представляющие собой системы параллельных борозд (рис. 2).



*Рисунок 2 Поверхность образца*

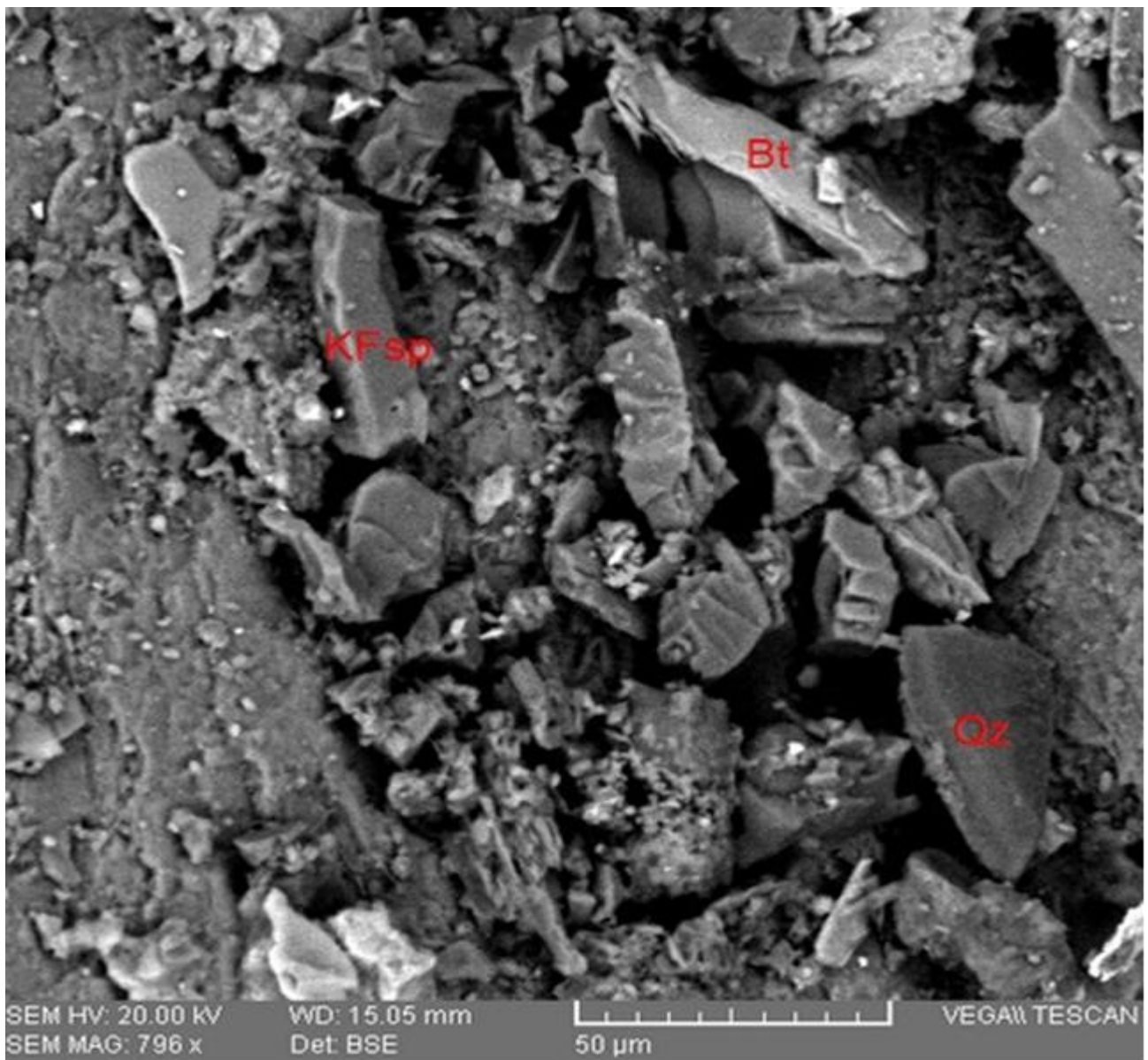
Ширина борозд от 74,15 до 237, 02 мкм. Все борозды вне зависимости от глубины на разных участках образца параллельны (рис. 3) и, по-видимому, являются следами обработки поверхности. Возраст обработки установлен быть не может.





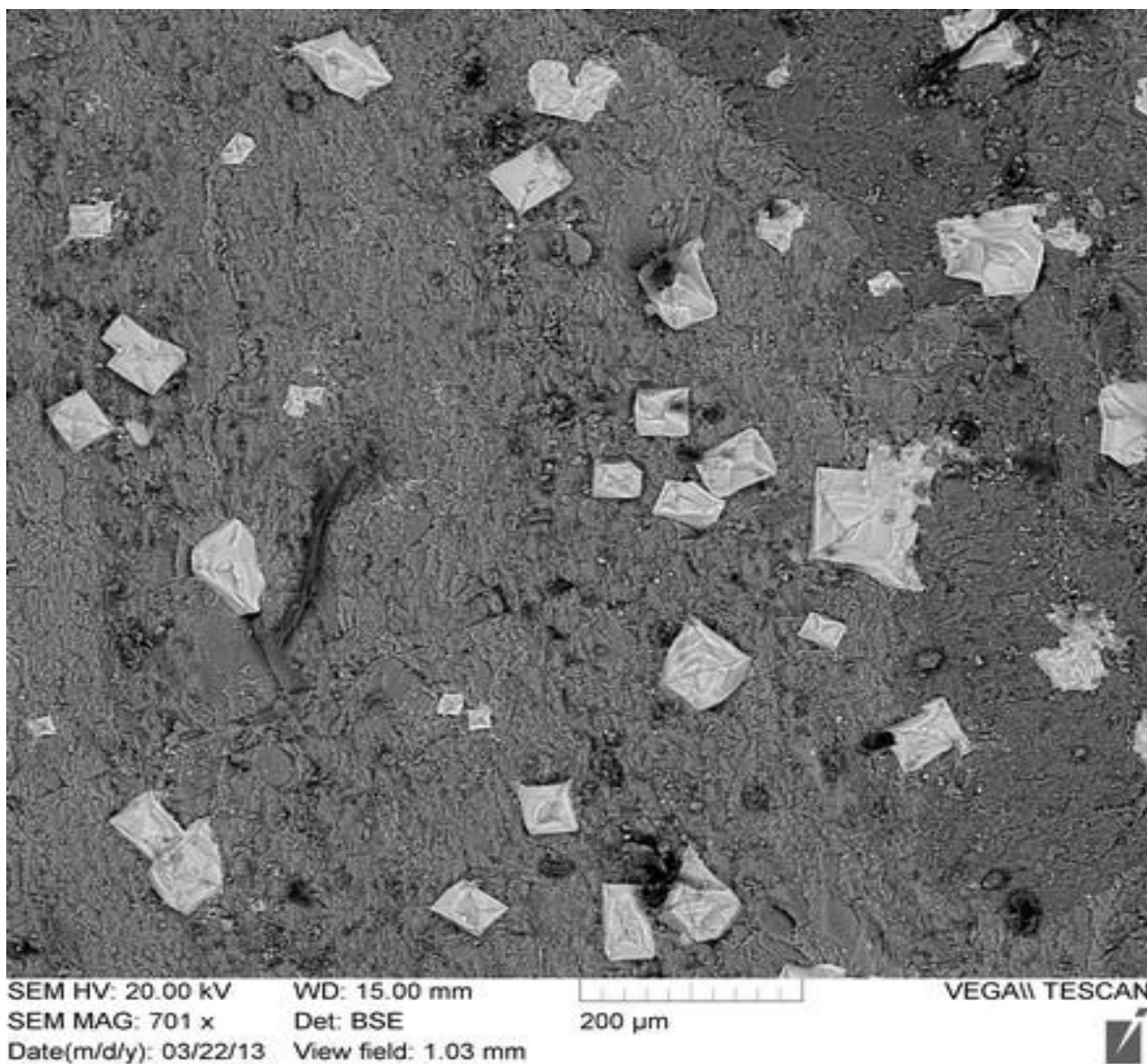
***Рисунок 3 Борозды, пересекающие поверхность образца***

Обнаружены участки, на которых присутствуют многочисленные микрочастицы. Среди них выделяются как фрагменты минеральных зерен (рис. 4), так и микрочастицы металлов.



*Рисунок 4. Фрагменты минеральных зерен (кварц Qz, биотит Bt, калиевый полевой шпат Kfsp)*

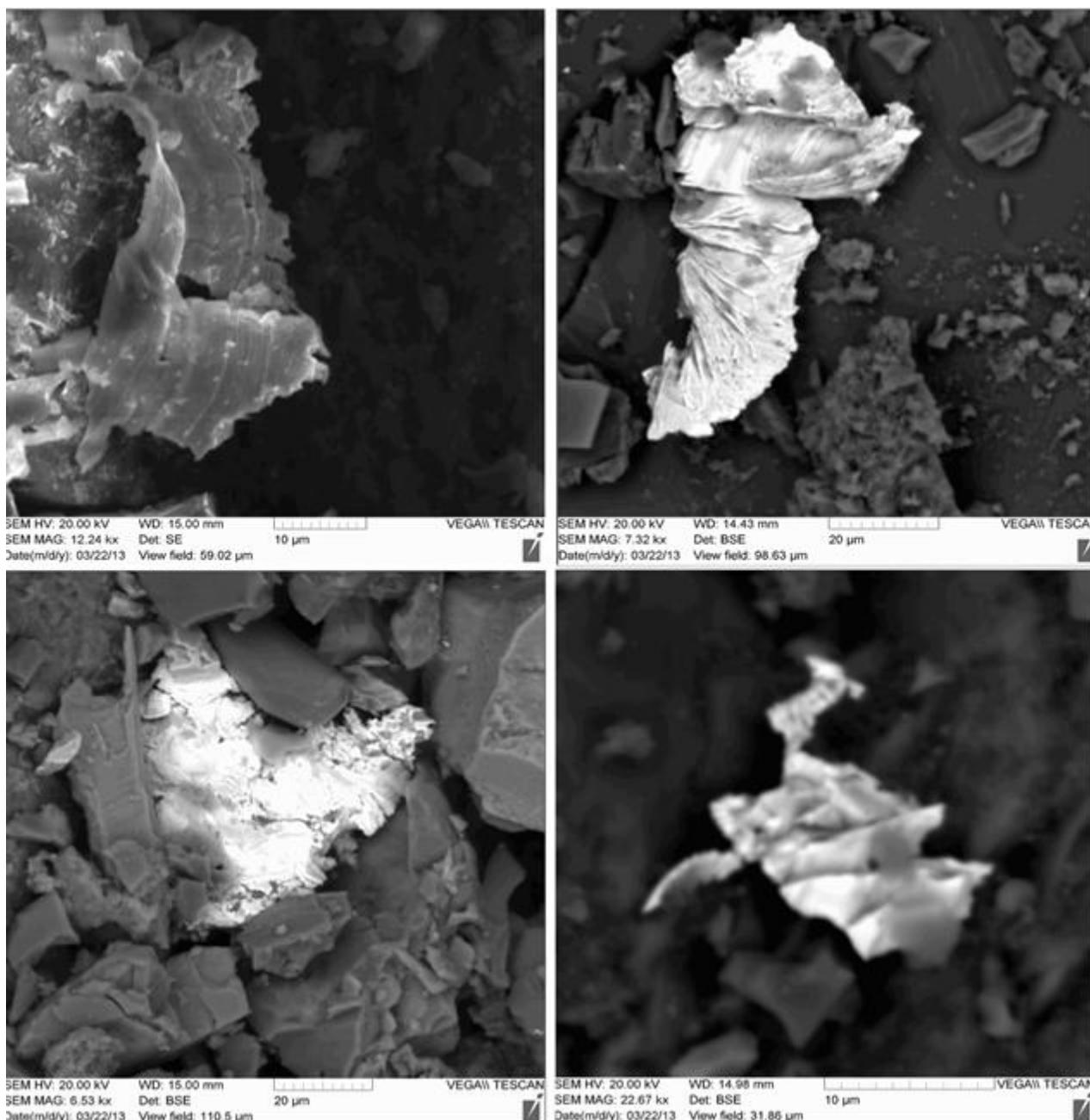
К природным минеральным образованиям также относятся образовавшиеся на поверхности образца микрокристаллы соли NaCl (рис. 5).



***Рисунок 5. Кристаллы соли***

Металлические частицы представляют собой комковатые агрегаты неправильной формы, размером 10—50 мкм (рис. 6).

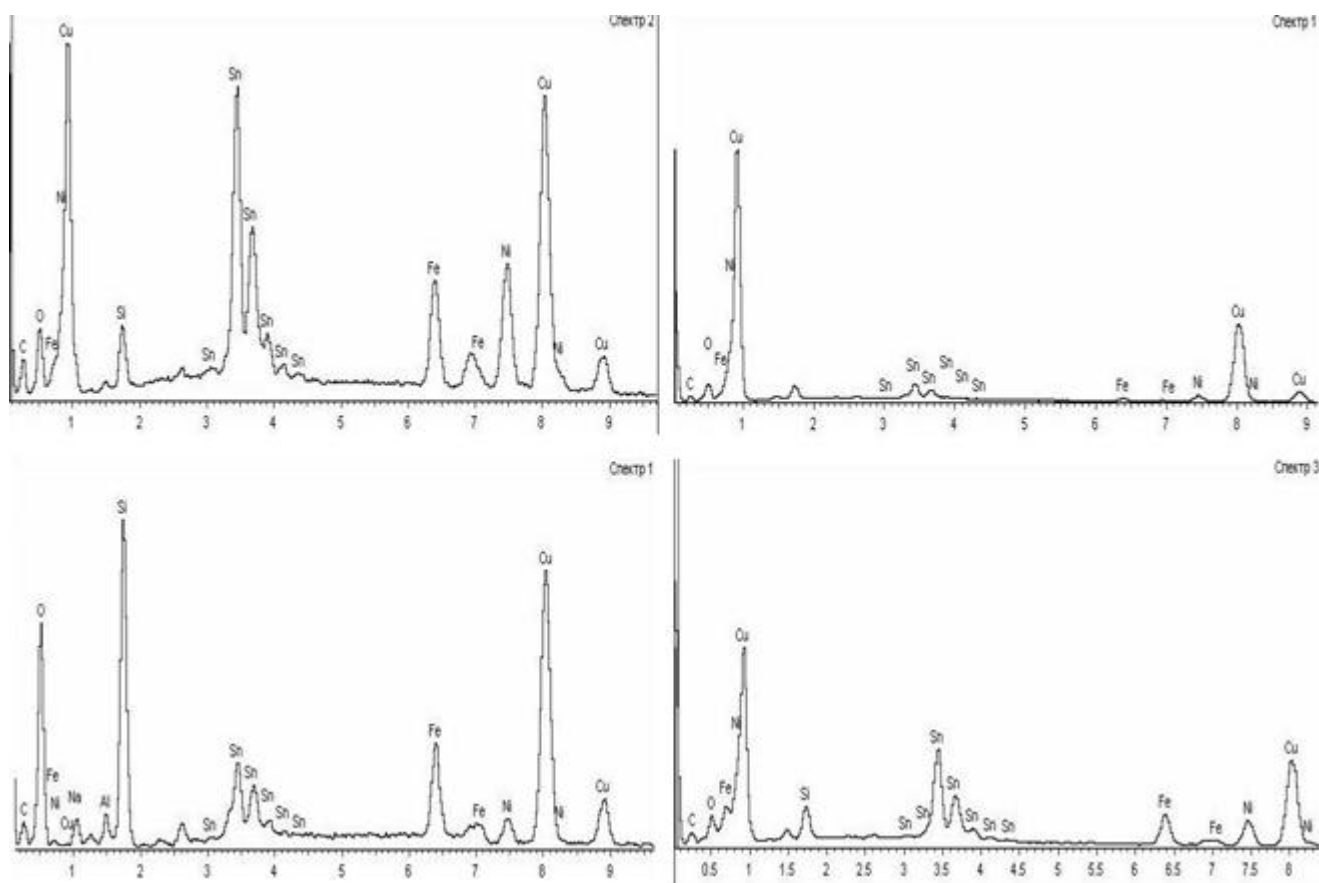




***Рисунок 6. Металлические микрочастицы***

Поверхность частиц сильно корродирована. Степень сохранности исключает возможность получения представительных результатов количественного химического состава, поэтому приводится только качественный состав. Типичные спектры приведены на рисунке 7.





**Рисунок 7. Спектры металлических микрочастиц**

Основными компонентами сплава являются медь и олово. Железо, присутствующее в сплаве, возможно, является исходной (рудной) примесью, но не исключено, что в данном случае имеет место осаждение гидроксидов железа на поверхности окисленных бронзовых частиц. В меньших количествах присутствует Ni.

Любой сплав на микроуровне неоднороден, а учитывая размер частиц (микрометры), можно предположить, что скорее всего они являются микрочастицами одного сплава.

Источник микрочастиц и время их появления на образце однозначно, исходя из имеющихся данных, установить невозможно.

Вместе с тем обращает на себя внимание тот факт, что широкое распространение бронзовые изделия получили начиная с XVIII династии (1550 гг. до н. э.) [2]. То есть состав преобладающей группы микрочастиц, обнаруженных в ходе нашего исследования, совпадает с данными, полученными на основании археологического датирования.

Медь была первым металлом, применявшимся человеком и исходным металлом для двух основных сплавов древности: мышьяковой меди (медь + мышьяк) и бронзы (медь + олово). Медь встречается в природе в минеральном состоянии в форме оксидов, карбонатов и сульфидов, а иногда в виде самородного металла.

Технология изготовления различных предметов из меди менялась со временем: первые изделия изготавливались из самородной меди холодной ковкой, затем появляется металлургическая медь и сплавы меди с другими металлами. Было освоено литье, сначала в открытую форму, затем в закрытую и, как наиболее развитая техника литья, литье по выплавляемым моделям; восковое литье в Египте было известно уже в III тыс. до н. э. [4].

Медь, из которой состоят древние изделия из Египта, как показывают анализы ее химического состава, не была чистой, она содержала мышьяк, железо, никель и олово в виде примесей [1]. Это подтверждается полученными нами данными химического анализа микрочастиц.

В настоящее время в Египте известны месторождения оловянной руды, но нет свидетельств, что они были известны и разрабатывались в древности. На начальном этапе бронза завозилась в Египет из соседних регионов.

В результате проведенной работы установлено, что микрочастицы в изобилии присутствуют на поверхности артефактов и выявляются методами электронной микроскопии.

Поверхность гранита, достаточно устойчивая к выветриванию, хранит специфичные формы обработки и является благоприятной средой для сохранности микрочастиц. Можно сделать предположение, что количественно преобладающая группа микрочастиц принадлежит материалу инструмента, который стачивался в ходе обработки поверхности камня.

Полученные данные также имеют важное значение для сопоставления с археологическими данными о составе металлов и для установления источников (месторождений) металлов.

Автор выражает признательность А. Склярову (Фонд развития науки III тысячелетие, г. Москва) за предоставленные для исследования образцы.

### **Список литературы:**

1. Лукас А. Материалы и производства Древнего Египта. — М.: Издательство иностранной литературы, 1958. — 407 с.
2. Рузанова С.А. Металлургия Древнего Египта в раннем бронзовом веке. Краткие сообщения института археологии РАН. — Вып. 223. — 2009. — 13 с.
3. Скляров А.Ю. Цивилизация богов Древнего Египта. — М.: ООО «Издательство Вече», 2008. — 416 с.
4. Шемарханская М.С. Проблемы реставрации археологического металла // Реставрация, исследование и хранение музейных художественных ценностей / ГБЛ, Информкультура. — М., 1981. — Вып. I. — 108 с.