

Исследование природы формовочной массы с бронзовой скульптуры

«Бюст Франческо дель Неро»

Маццони Джулио (1525 - 1618)

Методы исследования.

Исследования образца материала (пр. 2) проводили микроскопическими методами в отраженном свете (микроскоп Hund wetzlar).

Особенности микроструктуры образца исследовались с помощью сканирующего электронного микроскопа (JSM-5910LV, JEOL) в отражённых электронах в режиме Z-контраста. Анализ распределения элементов (качественный и количественный состав образцов) проводили методом энергодисперсионного микроанализа (аналитические системы INCA и AZtecENERGY, Oxford Instruments). Электронномикроскопические исследования проводились в Научном центре волоконной оптики (зав. аналитическим центром к.х.н. Исакова Л.Д.).

Рентгенографическое исследование образца проводилось с помощью дифрактометра фирмы Bruker D2 PHASER на $\text{CuK}\alpha$ -излучении. Обработка результатов и рентгенофазовый анализ образцов выполнялась с помощью программных комплексов DIFFRACplus (EVA и TOPAS 4.2.0.2).

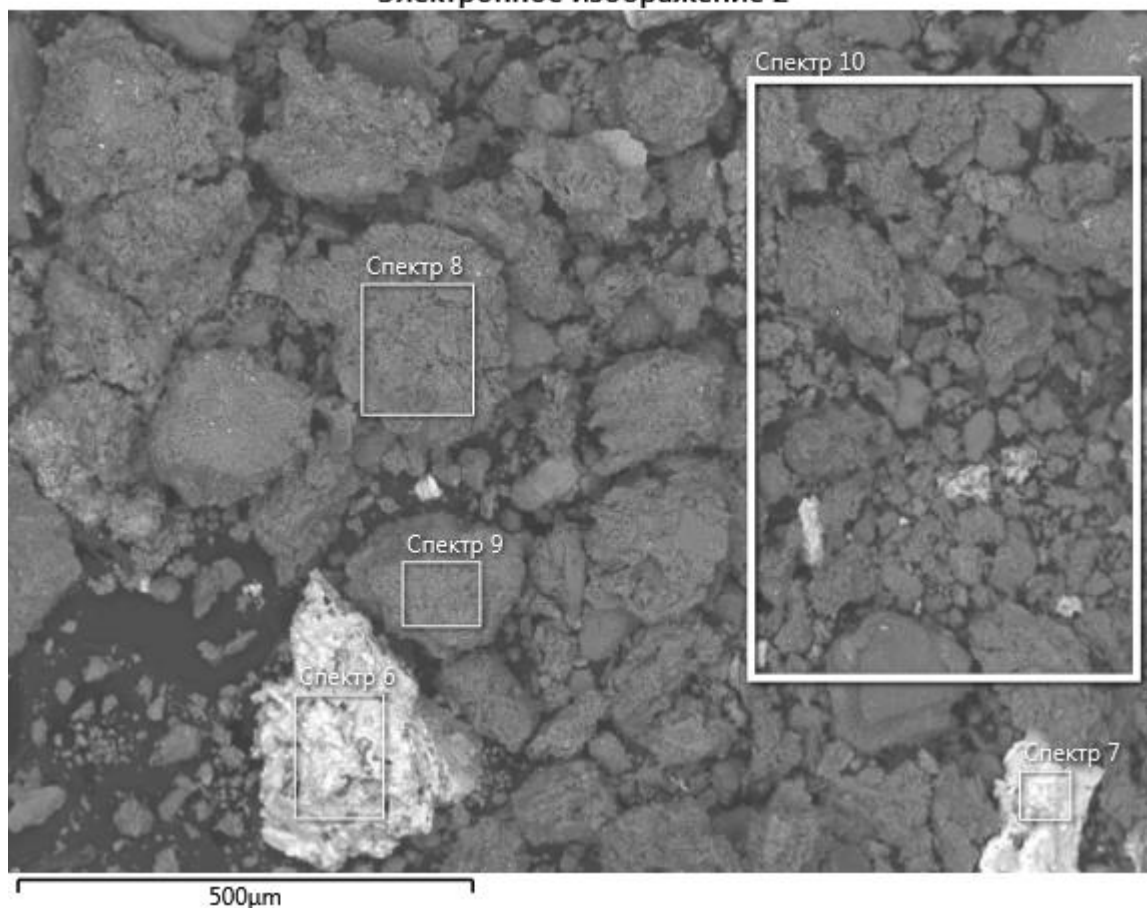
Использован также метод ИК-спектрии на приборе Simex ИК фурье-спектрометр ФТ-801 и микрохимический анализ.



Место отбора пробы: внутренняя часть скульптуры

Электронное изображение исследуемого образца формовочной массы.

Электронное изображение 2



На фото отмечены участки, где определялся элементный состав.

Энергодисперсионные спектры поверхности одного из участков образца формовочной массы приведены в Приложении.

Качественный и количественный состав белого вещества на пяти участках образца.

Эл-нт	Содержание элемента на 5-ти различных участках									
	Спектр 6		Спектр 7		Спектр 8		Спектр 9		Спектр 10	
	% масс.	% атомн.	% масс.	% атомн.	% масс.	% атомн.	% масс.	% атомн.	% масс.	% атомн.
O	30,07	60,63	21,06	52,95	45,27	62	44	61,83	44,25	61,9
Na					1,15	1,09	0,99	0,97	1,16	1,13
Mg			0,39	0,65	2,53	2,28	1,95	1,81	1,93	1,77

Al	4,88	5,84	1,5	2,23	9,7	7,88	9,48	7,9	8,69	7,21
Si	15,34	17,61	3,17	4,54	24,3	18,96	22,84	18,28	23,64	18,83
K	1,19	0,98			2,31	1,29	2,62	1,51	2,32	1,33
Ca	2,21	1,78	0,29	0,29	5,39	2,94	4,46	2,5	5,27	2,94
Fe	3,46	2	0,65	0,47	6,89	2,7	11,11	4,47	6,83	2,74
Cu	10,65	5,41	50,57	32,01	0,25	0,09	0,21	0,07	3,35	1,18
Sn	4,68	1,27	17,35	5,88						
Pb	27,1	4,22	5,02	0,97	1,05	0,11	1,23	0,13	1,05	0,11

Проведенные исследования дают основание сделать следующие выводы:

1. Исследуемый образец по составу и представляют собой смесь кварца (песка) и глинистых минералов.
2. Отличие между образцами состоит в различном соотношении глинистых минералов и кварца (песка).
3. В исследуемом образце содержится сульфат бария $BaSO_4$
4. В образцах есть отличия в количестве металлических включений из бронзы.

Рентгенофазовый анализ образца формовочной массы для установления его формулы

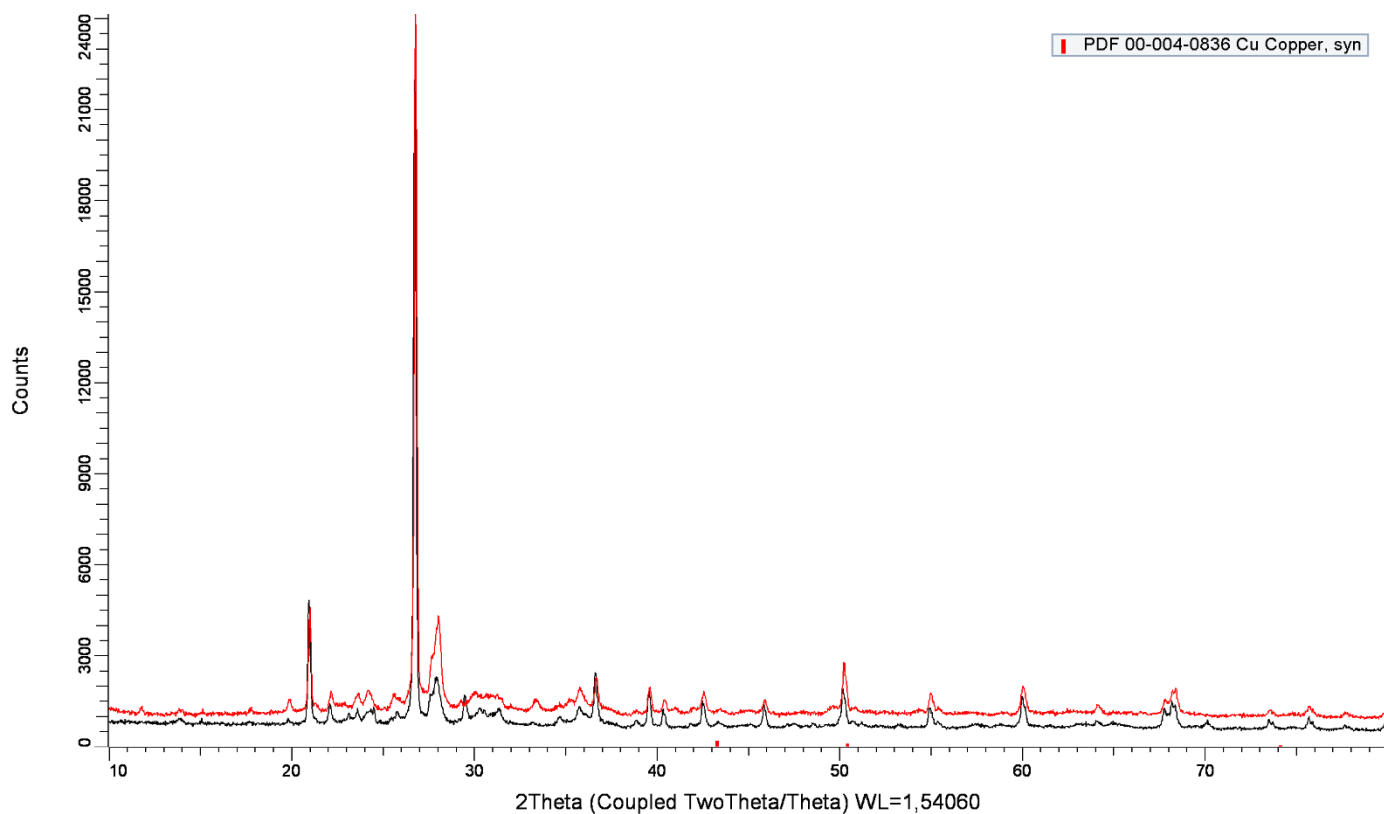
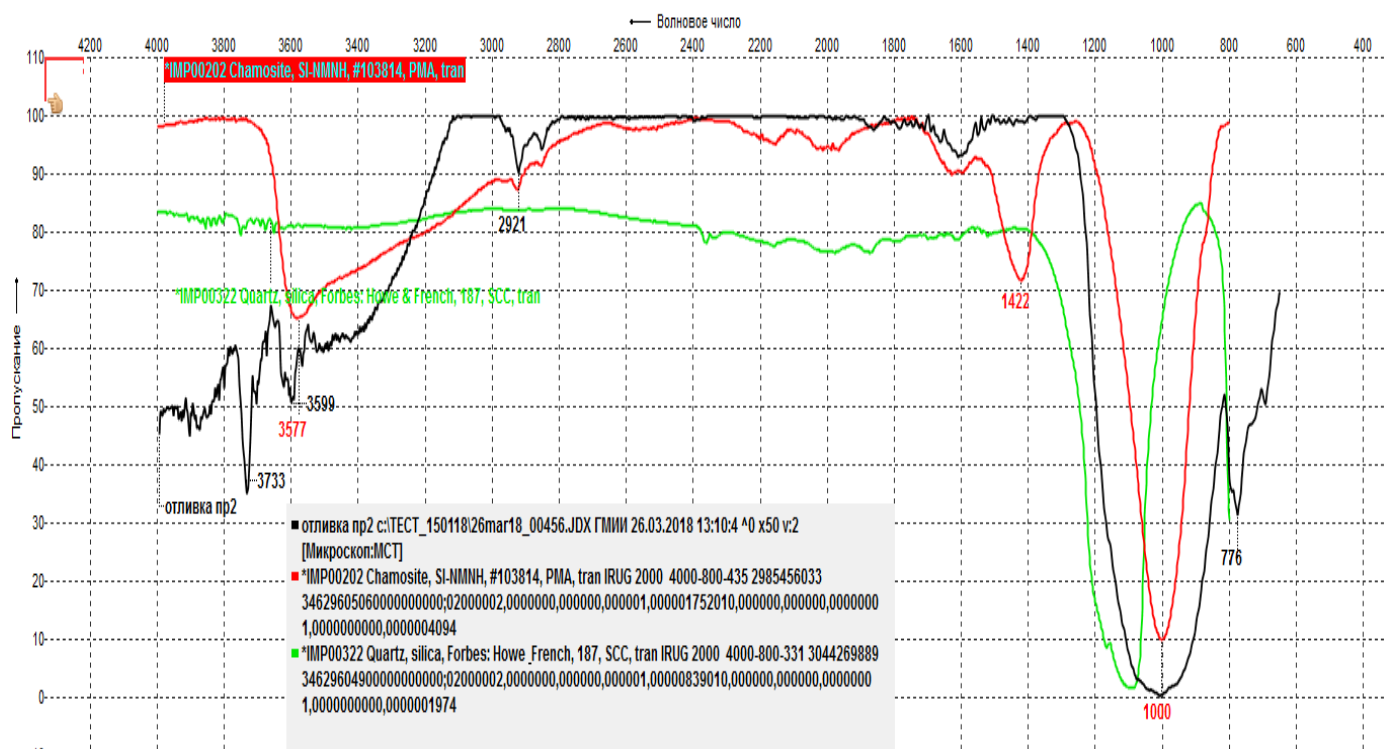


Рис.2 Анализ фазового состава образца

Основная фаза – кварц SiO_2 , далее – альбит, микролин, силикат железа. Помимо этих фаз в образце содержатся сульфат бария BaSO_4 , оксиды цинка ZnO и свинца. Остальные катионы вероятнее всего входят как примеси в кварц и другие силикаты. В пробе присутствует небольшая доля металлических включений на основе меди, возможно частички бронзы (?).



ИК-спектры: пр. 2 и эталон земельного материала (смесь зеленой земли и кальцита).

Проба состоит из смеси глинистого (земельного) минерала с кварцем и кальцитом.

ИК-спектры подтверждают результаты, полученные энергодисперсионным и рентгенофазовым методами.

Приложение

Энергодисперсионные спектры поверхности одного из участков образца формовочной массы

