

## Рентгенофлуоресцентный микроскоп-микронзонд

**РАМ-30μ**



### Гемологические исследования жемчуга

Существует три вида жемчуга: природный натуральный (дикий); культивированный натуральный; искусственный (имитация).

Натуральный жемчуг формируется в результате попадания постороннего предмета (ядра, песчинки) внутрь раковины устрицы. Присутствие инородного тела (ядра) вызывает защитную реакцию устрицы, служит раздражителем, и она постепенно покрывает его слоями жемчужной материи. По прошествии нескольких лет формируется жемчужина, которая при условии сочетания в себе идеального цвета, радужного отлива, блеска, текстуры и формы приобретет огромную экономическую ценность. Если мы разрежем напополам натуральную жемчужину и посмотрим на ее срез под микроскопом, то мы можем увидеть, что ядро – инородное тело, положившее начало формированию жемчужины, – теперь практически незаметно, и жемчужная материя покрывает его слоями от центра к внешней поверхности.

В настоящее время во всем мире действует запрет на добычу дикого жемчуга. Натуральный жемчуг на сегодняшний день практически не встречается в природе, и цена его заоблачная. Чтобы найти одну жемчужину хорошего качества нужно убить сотни устриц! Именно по этой причине большинство жемчужин, которые в ювелирных магазинах называют «натуральными», на самом деле являются культивированным жемчугом.

Попытки культивировать жемчуг были впервые предприняты в Китае в XII веке, а затем эти эксперименты были взяты за основу и усовершенствованы японцами, которые начали производить жемчуг в 1913 году. Метод получения культивированного жемчуга состоит в том, чтобы искусственно вызвать выработку жемчужной материи устрицей, введя в ее раковину инородное тело, созданное человеком. В первом десятилетии 20 века ядро составляло 5% общего размера жемчужины; сегодня же оно формирует более 90% от ее диаметра. По причине растущего спроса на жемчуг многие культиваторы значительно сокращают время формирования жемчужины в устрице (для ее правильного образования требуется как минимум три года) до одного года и менее. За короткий срок, в 4 – 8 месяцев шарик будет покрыт очень тонким слоем,

в то время, как жемчужина, растущая 18 – 24 месяца будет обладать прочным и глубоким перламутром.

Жемчуг окрашивали с давних пор, прежде всего, пытаясь придать ему черный цвет. Искусственную подкраску нетрудно определить под микроскопом: она распределена неравномерно, пятнами. По сравнению с культивированным, окрашенный жемчуг мягче. На его поверхности всегда видны небольшие царапинки и отслоения оболочек. Краситель разрыхляет конхиолин и этим наносит непоправимый вред жемчугу.

Искусственный жемчуг (имитация) – синтетическое ядро с покрытием краской. Для создания ядра обычно используются дешевые материалы, такие, как пластик, которые покрываются 4-5 слоями химических веществ. Эти вещества не обладают таким же радужным переливом и прочностью, как настоящий жемчуг, очень часто бусины, полученные этим способом, имеют дефекты и неровности, их цвет ненатурален, а цена - низкая.

С помощью микроскопа микрозонда **РАМ-30μ** возможно проводить геммологические исследования жемчуга. Рентгеновский аналитический микроскоп-микрозонд РАМ 30-μ предназначен для исследования объектов методами оптической микроскопии, рентгенографии и локального рентгенофлуоресцентного элементного микроанализа с возможностью элементного картирования. С помощью микроскопа может быть проведено сканирование образца размером до 400 мм по оси Y и неограниченного размера по оси X (максимальный размер сканируемой области 150×150 мм; в случае большей области возможно объединение отсканированных областей в одно изображение) и высотой до 105 мм. Для точного определения области сканирования используют обзорную видеокамеру и два оптических микроскопа с увеличением до 200 крат. Центральный оптический микроскоп с автоматизированной настройкой резкости совмещен с осью микрозонда (с осью рентгеновского пучка). Локальный рентгенофлуоресцентный микроанализ с возможностью элементного картирования и исследования методом рентгенографии возможно проводить как отдельно, так и одновременно. Точность позиционирования объекта исследования 10 мкм. Минимальный диаметр рентгеновского зонда 30 мкм. Диапазон одновременно измеряемых элементов от  $^{11}\text{Na}$  до  $^{92}\text{U}$ .

## Образцы исследования – ювелирные изделия из жемчуга

Для анализа были представлены бусы (1), кулон (2), кулоны Sunlight (3), черная жемчужина (4) и бусы из речного жемчуга (5) (рис.1).



Рис. 1 Анализируемые объекты.

На спектрах (рис. 2) кулона Sunlight пик кальция небольшой, а на спектрах кулона и бус пик кальция отсутствует. Это свидетельствует о том, что жемчуг является имитацией. Также на всех спектрах наблюдается большой пик висмута. Это так же указывает на имитацию жемчуга, так как оксихлорид висмута применяется как пигмент ("перламутровый белый") при изготовлении искусственного жемчуга.

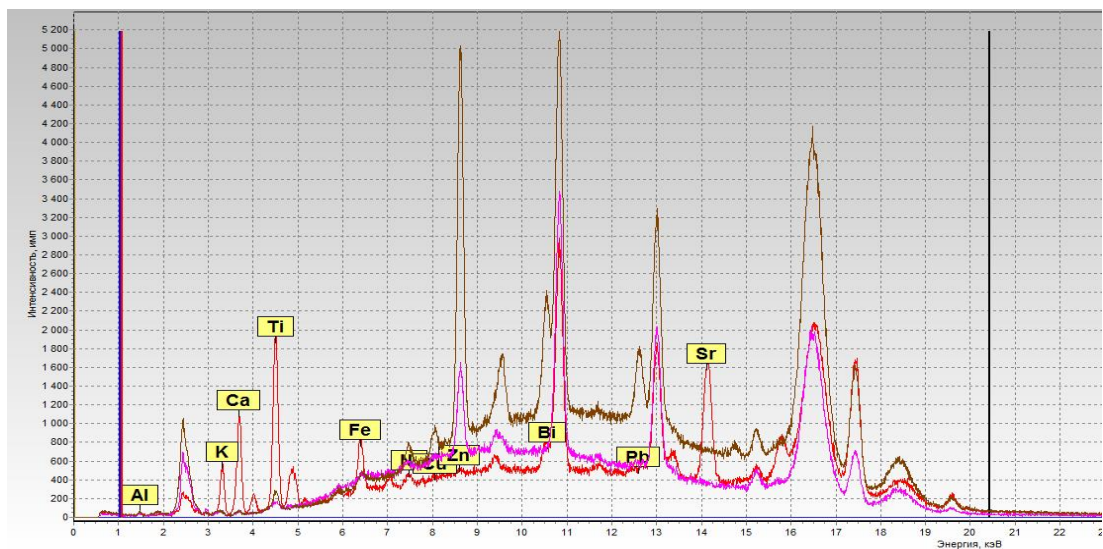


Рис.2. Спектры искусственных жемчужин.

Фиолетовая – бусы (1), коричневая – кулон (2), красная – Sunlight (3).

На рентгенограмме бус (рис.3) показано, что рентгеновское излучение плохо поглощается, это означает что средний атомный вес бусины небольшой, возможно ядро из пластика или пластмассы. Так же видно отверстие для нити и саму нить.

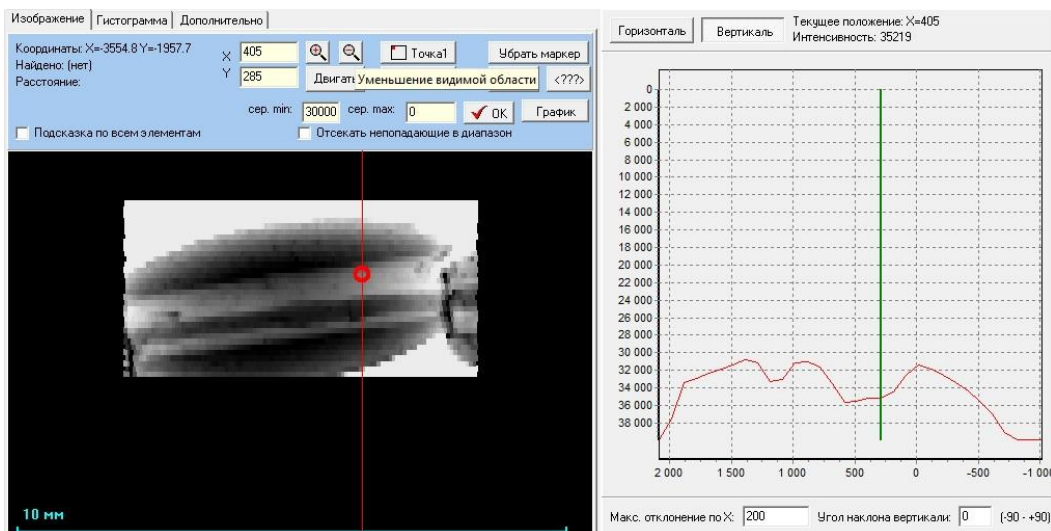


Рис. 3. Рентгенограмма бус (1).

На рентгенограмме кулона (рис. 4) видно, что крепление кулона проходит насквозь.

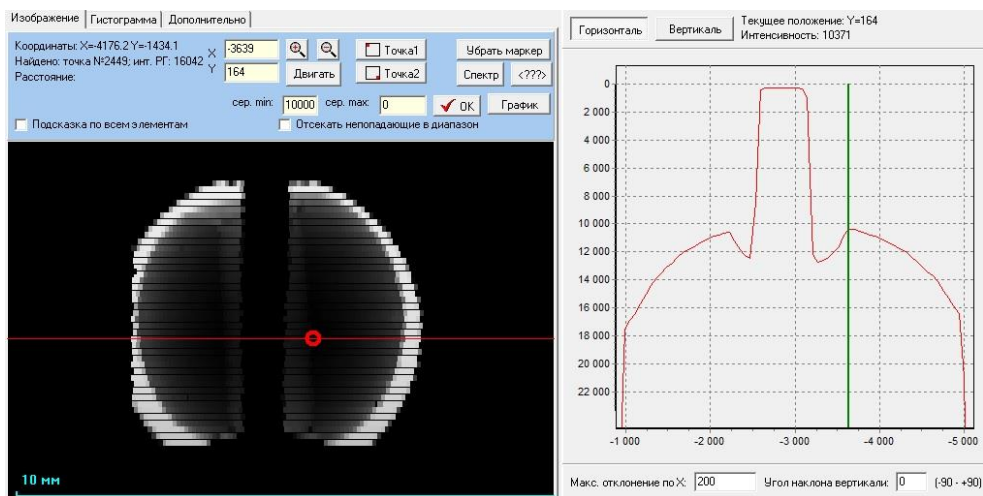


Рис.4. Рентгенограмма кулона (2).

На спектре кулона (2) присутствует пик свинца. На рис. 5 по распределению интенсивности линии Pb-La видно, что сигнал свинца меньше там, где расположено отверстие для крепления. Вероятнее всего, что свинец распределен по объему и присутствует в основе жемчужины, а не в покрытии или в креплении.

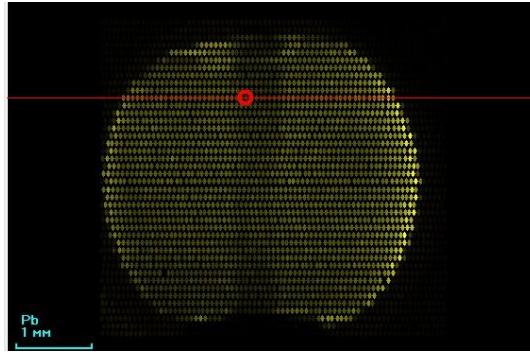


Рис.5. Распределение интенсивности Pb La кулона (2).

Лучше всего поглощает рентгеновское излучение кулон Sunlight (3) (рис. 6).

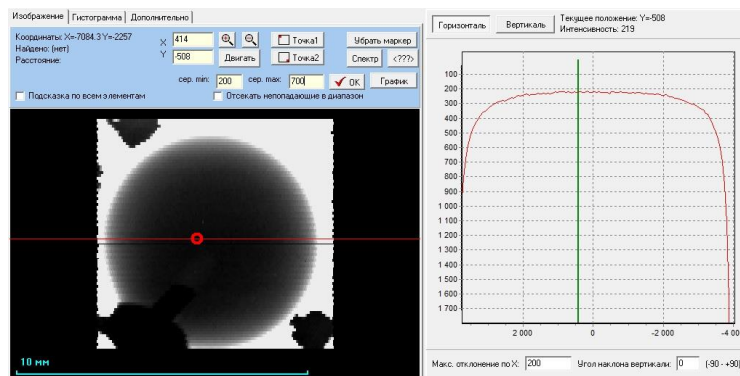


Рис.6.Рентгенограмма кулона Sunlight (3).

Согласно данным спектра черной жемчужины основной ее компонент кальций. Рентгенограмма представлена на рис .7

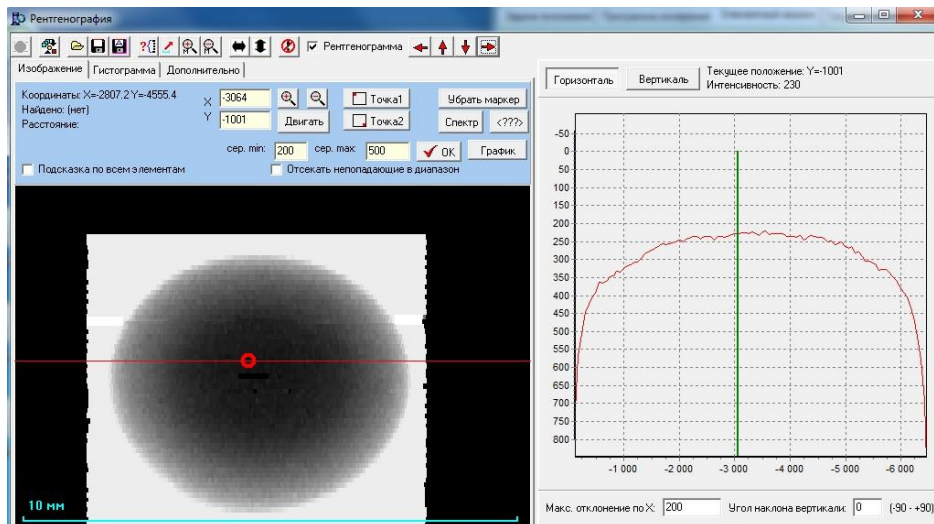


Рис. 7. Рентгенограмма черной жемчужины (4).

На рис. 8 наблюдается неравномерное распределение интенсивности  $Ag\ K\alpha$ , что может свидетельствовать об искусственном окрашивании жемчужины. Также неравномерно распределена медь (рис.9).

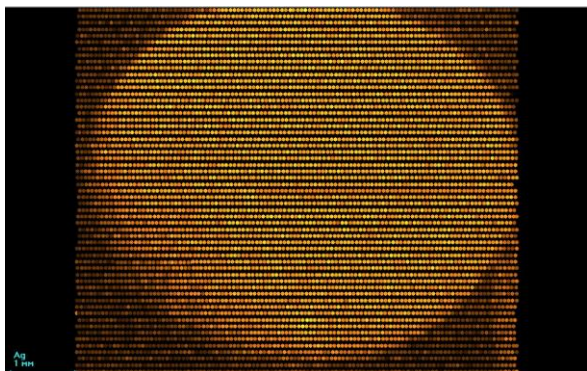


Рис. 8. Распределение интенсивности  $Ag\ K\alpha$  черной жемчужины (4).

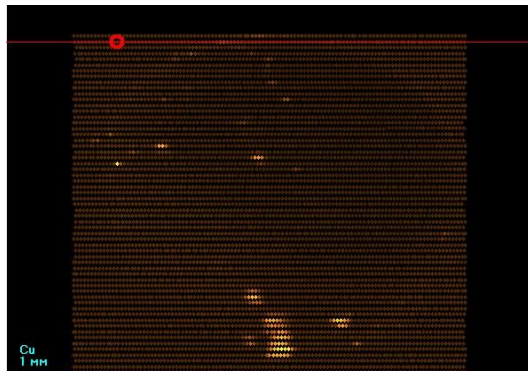


Рис. 9. Распределение интенсивности  $Cu\ K\alpha$  черной жемчужины (4).

Жемчужина речного жемчуга неправильной формы (рис.10). На рентгенограмме (рис. 11) виден участок в центре жемчужины, который поглощает меньше – это может быть полость или искусственная заправка. Так же следует обратить внимание на распределение кобальта в жемчужине (рис. 12). Интенсивность флуоресценции кобальта больше в небольшой области в центре жемчужины. Эта область по форме напоминает форму жемчужины.

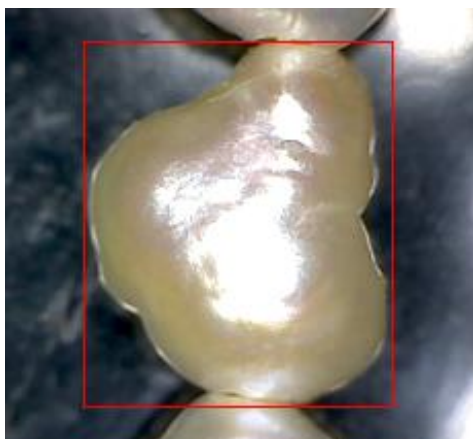


Рис.10. Изображение исследуемой жемчужины бус (5).

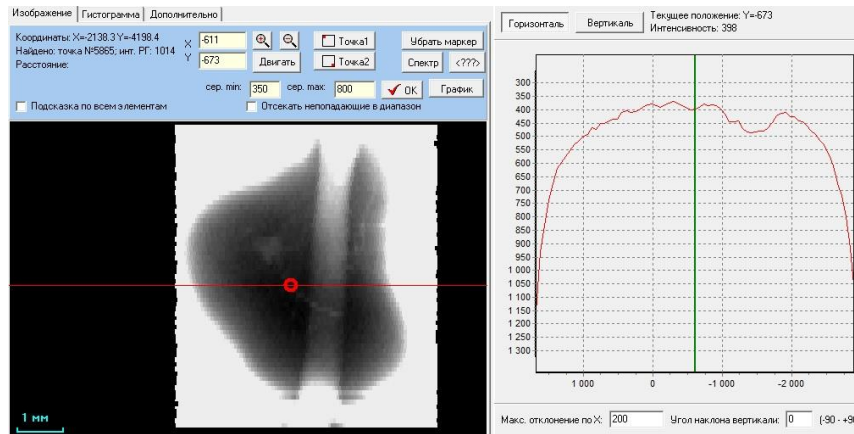


Рис. 11. Рентгенограмма речной жемчужины бус (5).

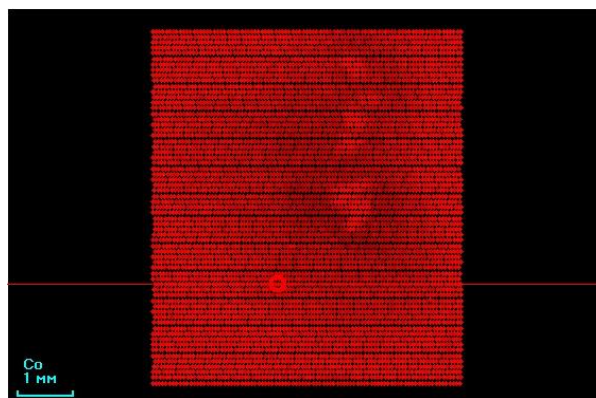


Рис. 12. Распределение интенсивности Co Ka речной жемчужины бус (5).

Спектры черной жемчужины и речной жемчужин (рис. 13) похожи. Однако следует отметить что пик марганца для черной жемчужины значительно выше. В морских жемчужинах содержание марганца выше, чем в речных, что обусловлено повышенным содержанием марганца в морской воде. Это означает, что черная жемчужина – морская.

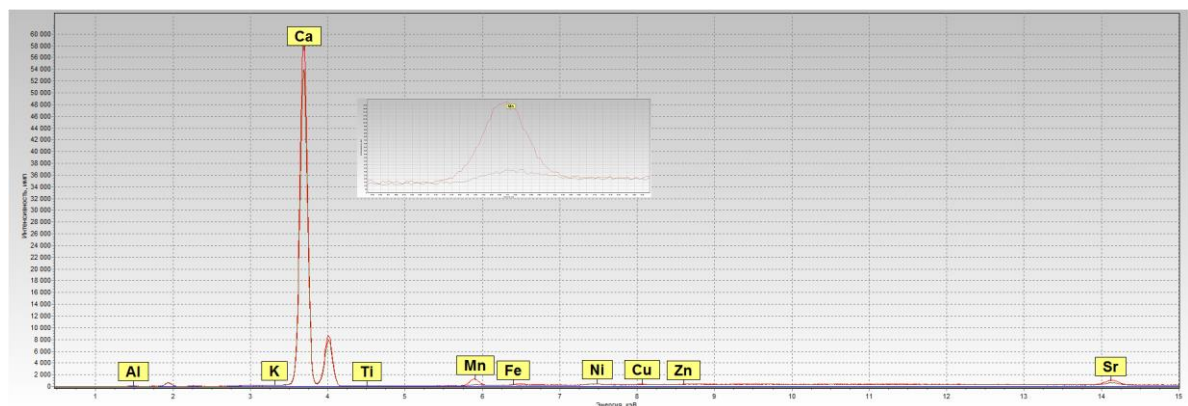


Рис. 13. Спектры черной и речной жемчужины.

Красный – черная жемчужина, серый – речная жемчужина.

## Выводы

Бусы и кулон являются имитацией жемчуга. Из распределения серебра на поверхности жемчужины следует, что окрашивание было искусственным. По наличию/отсутствию марганца в спектре можно судить о морском/речном происхождении жемчуга

Микроскоп-микронзонд **РАМ-30μ** позволяет проводить гемологические исследования жемчуга: отличать имитацию от натурального жемчуга, определять величину затравки, определять происхождение жемчуга.

## УСЛОВИЯ МИКРОАНАЛИЗА

Сканирование		Съемка спектров			
Шаг сканирования:	100 мкм	Трубка:	Мо анод	Напряжение:	40 кВ
Скорость:	100 мкм/с	Атмосфера:	воздух, вакуум	Ток:	2000 мкА
Время измерения:	1000 мс			Время измерения:	100 сек
Напряжение:	45 кВ				
Ток:	5000 мкА				