

Спектрометр тлеющего разряда

# ✓ Profiler 2



Послойный элементный состав  
приповерхностных слоев  
и сверхтонких покрытий

Общий элементный состав  
металлов и сплавов

**Области применения Profiler 2**

Спектрометр тлеющего разряда Profiler 2 - это оптико-эмиссионный спектрометр, который измеряет свечение (эмиссию) атомов различных элементов в плазме тлеющего разряда в процессе их постепенного, послойного катодного распыления с поверхности исследуемого образца. Результатом работы спектрометра является профиль послойного многоэлементного анализа образца.

**Основные применения Profiler 2**

- научные исследования в области разработки покрытий и композиционных материалов,
- валовой анализ драгоценных металлов на аффинажных предприятиях,
- производственный контроль изделий из композиционных материалов и/или с тонкими покрытиями,
- диагностика износа изделий из композиционных материалов и/или с тонкими покрытиями при интенсивной эксплуатации.

**Технические преимущества Profiler 2**

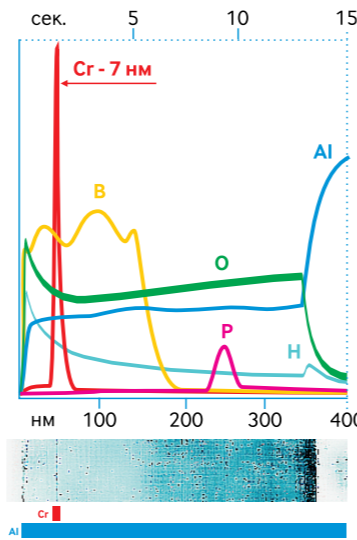
- возможность определять все элементы, начиная с водорода, включая хлор, фтор, кислород, углерод и азот (H, Cl, F, O, C, N),
- анализ токопроводящих и не-токопроводящих образцов, многоэлементный анализ, возможность одновременного использования до 47 каналов,
- интенсивность сигнала нечувствительна к химическому составу матрицы,
- высокая скорость сканирования: до 9 мкм/мин (150 нм/сек), разрешение по глубине < 1 нм при скорости сканирования 50 нм/сек,
- возможность полуколичественного определения профилей распределения для всех элементов периодической таблицы всего за несколько минут.

**Преимущества Profiler 2 при анализе покрытий**

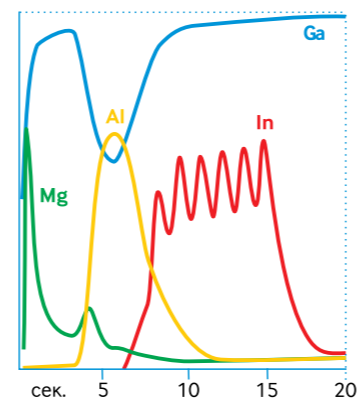
- быстрая и простая установка образца, отсутствие вакуума,
- стоимость прибора в несколько раз меньше Оже и ВИМС спектрометров,
- возможность применения при градуировке толщины слоя стандартных образцов, матрица которых отлична от анализируемой,
- отличные технические характеристики: чувствительность, линейный диапазон, разрешение по глубине - при высокой экспрессности анализа,
- возможность анализа изделий различного размера и формы благодаря наличию целого набора держателей,
- анализ хрупких материалов (в т.ч. стекла) в пульсирующем режиме работы радиочастотного источника,
- анализ тонких полимерных покрытий без проблем благодаря наличию системы водного охлаждения образцов,
- анализ включений газов (в т.ч. водорода),
- возможность подключения к спектрометру искрового источника для анализа порошков.

Недостаток:

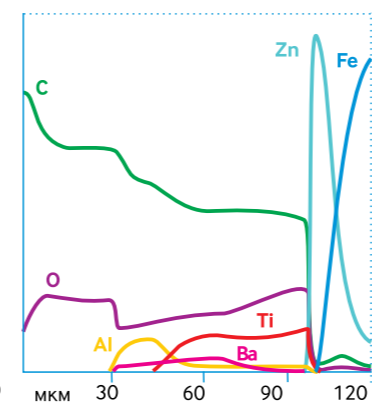
- не предназначен для картографирования образца в латеральной (x-y) плоскости.



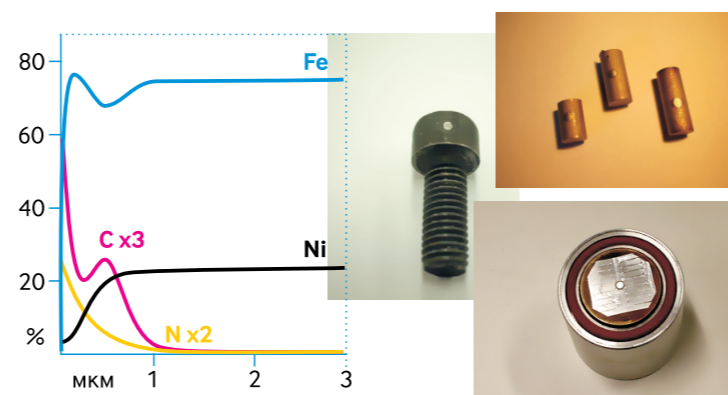
**Рисунок 1 (слева).** Послойный элементный анализ оксидной пленки, которая образовалась на поверхности алюминия в результате его электролитического окисления в растворе, содержащем хромат натрия. Виден тонкий слой анионов хромата в районе ДЭС; его толщина равна 7 нм, что совпадает с результатом, полученным при помощи ВИМС. Однако, время анализа методом ТР - 15 секунд против 60 минут методом ВИМС.



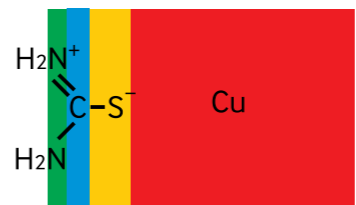
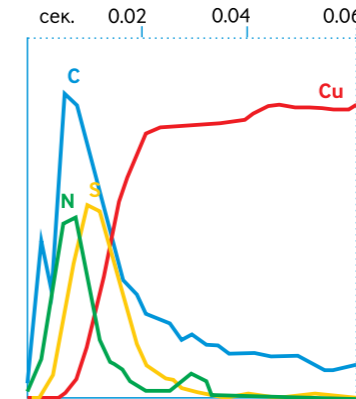
**Рисунок 2.** Результаты послойного элементного анализа светодиода (контроль качества на производстве).



**Рисунок 3.** Результаты послойного элементного анализа автомобильного кузова (контроль качества нанесения краски).

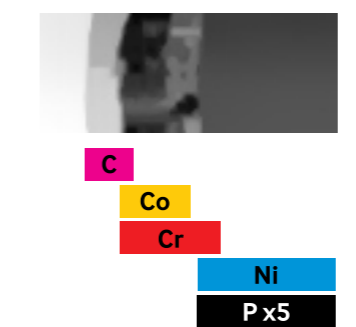
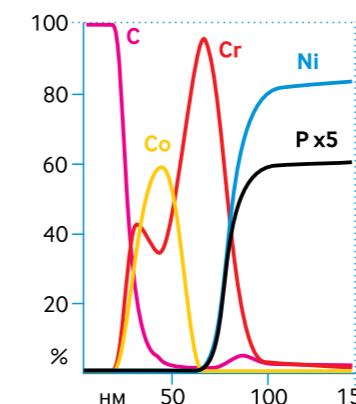


**Рисунок 4.** Слева: результаты послойного элементного анализа карбидно-нитридного поверхностного слоя стали. Справа: стальные изделия различной формы после анализа методом ТР.



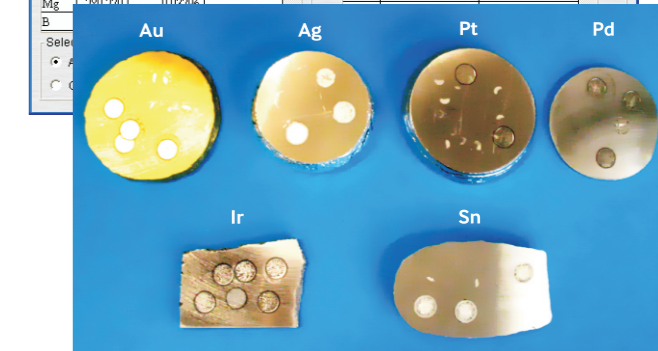
**Рисунок 5.** Послойный элементный анализ мономолекулярного слоя позволяет установить ориентацию молекул.

**Рисунок 6.** Результаты послойного элементного анализа записывающего магнитного элемента жесткого диска.



Grades

Elt	Line	Conc.	Validity
Fe	271.441	93.04700	OK
C	165.640	3.19790	
Si	288.158	1.18910	OK
Mn	257.611	1.02270	
P	178.221	0.09424	
S	180.669	0.00874	
Ni	341.476	0.44630	
Cr	425.433	0.05758	
Cu	324.754	0.81400	
Mo	386.411	0.01762	
V	411.177	0.00000	
Ti	365.330	0.05441	
Al	396.152	0.01232	OK
Mg	380.220	0.02206	



**Рисунок 7.** Выше: скриншот программного окна с результатами общего элементного анализа золота. Показано соответствие образца декларируемой степени чистоты. Ниже: образцы металлических пластинок после анализа методом ТР-ОЭС.

**Преимущества Profiler 2 при общем элементном анализе драгоценных металлов**

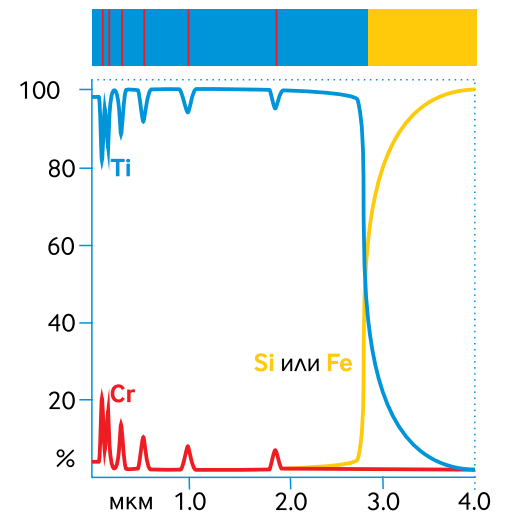
- По сравнению с лабораторными искровыми спектрометрами:
- Profiler-у не требуется большого количества дорогостоящих стандартных образцов драгоценных металлов. 5-6 образцов достаточно для градуировки прибора по 40-50 элементам,
  - высокая линейность градуировочного графика: градуировки по 2 точкам достаточно для работы в диапазоне от 1 до 1000 мг/кг с достаточной точностью,
  - отсутствие эффекта памяти при переходе к анализу образца с иной матрицей.

- По сравнению с ИСП-спектрометрами:
- не требуется переводить образец в раствор,
  - отсутствует риск получения неправильного результата по причине перекрестного заражения пробы или потери элементов в процессе минерализации,
  - большая скорость анализа.



Рисунок 8 (слева). Спектрометр Profiler 2. Рядом: увеличенные фотографии отделения для размещения образцов; виден край образца, прижатого толкателем через охлаждаемый электрод.

Рисунок 9 (ниже). Послойный элементный профиль образца, применяемого для установления соответствия между временем распыления и глубиной распыления образца. Образец представляет собой слой титана с тонкими прослойками хрома на определенном расстоянии друг от друга. Подложкой служит кремниевая или железная пластина.



Технические характеристики Profiler 2 / Profiler HR

Радиочастотный источник:

- частота 13.56 МГц,
- максимальная мощность 300 Вт (регулируемая),
- обеспечивает анализ вне зависимости от электропроводности исследуемых образцов.

Диаметр анода лампы ТР: 4 мм (2.7 мм и 1 мм опционально).

Спектрометр:

- полихроматор Пашена-Рунге с диаметром 0.5 м/1.0 м,
- спектральный диапазон Profiler 2: 110- 620 нм,
- спектральный диапазон Profiler HR: 110-520 нм в первом порядке, 110-260 нм во втором порядке,
- разрешение Profiler HR: 14 pm (1-ый п.) и 7 pm (2-ой п.),
- опциональный Flat Field полихроматор (-900 нм) для Li, K и F,
- опциональный 0.64 м монохроматор Черни-Тернера.

Детекторы:

- HDD ФЭУ-детекторы с автонастройкой усиления сигнала,
- линейный динамический диапазон - 10 порядков величины,
- стандартное количество детекторов (каналов): 15,
- максимальное количество детекторов (каналов): 47 / 54.

Рисунок 10 . Процессы, происходящие при тлеющем разряде.

В результате бомбардировки образца атомами аргона материал образца постепенно слой за слоем распыляется (катодное распыление). В плазме тлеющего разряда распыленные атомы образца переходят в возбужденное состояние и испускают характерное излучение, регистрируемое при помощи спектрометра.

