

УДК 537.534

© 1990 г.

*Поп С.С.*

## ИОННО-ФОТОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

На основе отечественных и зарубежных исследований рассмотрено состояние разработки нового оптического метода анализа и исследования поверхности — ионно-фотонной спектроскопии (ИФС). Особое внимание уделено обсуждению основных приложений ИФС для элементного и послойного анализов поверхности.

В последнее десятилетие активно разрабатывается новый оптический метод анализа и исследования поверхности, основанный на измерении характеристик видимого и ультрафиолетового излучения атомных и молекулярных частиц, отлетающих от поверхности твердого тела при ее бомбардировке ионами килоэлектронвольтных энергий. В отечественной литературе он назван ионно-фотонной спектроскопией. (Употреблялись ранее также иные названия этого метода: спектроскопия фотонов ионного возбуждения (СФИВ) [1]; оптическая спектроскопия вторичных частиц (ОСВЧ) [2]; а в англоязычной литературе — surface composition by analysis of neutral and ion impact radiation (SCANIR) [3].) По существу ИФС аналогична уже хорошо известной и широко используемой на практике масс-спектрометрии вторичных ионов (ВИМС). Различие заключается в том, что в качестве анализируемых частиц в ИФС используются возбужденные атомы, молекулы или ионы, точнее испущенные ими фотоны, а в ВИМС — вторичные ионы [1, 2, 4, 5]. Следовательно, в технике этих методов некоторое различие связано со сбором, анализом и детектированием фотонов и ионов соответственно. Отсюда и различие возможностей ИФС и ВИМС. При несколько меньшей концентрационной чувствительности к элементам (из-за меньшей эффективности сбора и детектирования фотонов) ИФС обладает в сравнении с ВИМС такими достоинствами, как более высокая точность идентификации анализируемых химических элементов, дистанционность сбора оптического излучения эмитируемых частиц, отсутствие необходимости приложения к эмитируемой поверхности электрических или магнитных полей для формирования потока анализируемых фотонов, синхронность детектируемого оптического сигнала с измеряемым током первичных ионов, вызвавших этот сигнал. Последнее особенно важно при развертке в растр зондирующего пучка на поверхности, т. е. при реализации ИФС в режиме ионного зонда. ИФС, как и ВИМС, — разрушающий метод контроля поверхности.

Первые попытки практического применения ИФС предприняты еще в конце 60-х годов [6, 7]. Однако только в последнее десятилетие исследователи получили достаточно надежную информацию об ИФЭ, которая способствует разработке принципов ИФС. Несмотря на то что физические основы ИФС развиты к настоящему времени все еще недостаточно, достигнутое позволяет подвести некоторые итоги.

### Методика и техника ИФС

Принципиальная схема метода ИФС представлена на рис. 1. Поверхность мишени бомбардируется пучком ионов с энергией в несколько килоэлектронвольт. По ряду соображений, которые изложены далее, удобнее