

УДК 543.42

С.С. ГУСЕВ, В.И. ГОЛОВАЧЕВ, О.К. ОСАЕНКО

ОПТИЧЕСКАЯ ЯЧЕЙКА МНПВО К СПЕКТРОФОТОМЕТРАМ СЕРИИ ИКС-29, (31)

При исследованиях свойств и параметров межфазовых границ раздела конденсированных сред уникальные возможности имеют способы спектрофотометрирования по методу многократного нарушенного полного внутреннего отражения (МНПВО). Особенности и сферы использования этого метода достаточно широко описаны в [1].

Экспериментально целевые возможности метода МНПВО реализуются с помощью серийных инфракрасных (ИК) спектрофотометров, для которых разрабатываются оптико-механические устройства – приставки НПВО (МНПВО). Ранее, например [2; 3], были разработаны достаточно эффективные оригинальные приставки НПВО для ИК спектрофотометров с низкой угловой расходимостью пучков в кюветном отделении.

Из схемотехнических особенностей современных дифракционных ИК спектрофотометров (отечественные серии ИКС-29, ИКС-31) высокая угловая апертура световых пучков и отсутствие в кюветном пространстве промежуточных зон их фокусировки создают существенные трудности при расширении функциональных возможностей указанной аппаратуры. Как правило, серийные приставки отражения (тип ИПО-76), полного внутреннего отражения (типы НПВО-1 и МНПВО-1) совместно с поляризаторами практически на два порядка снижают светоотдачу и, как следствие, в такой же степени снижают параметры спектрофотометра по чувствительности. Поэтому задача по разработке эффективной оптической приставки (ячейки), работающей при полном внутреннем отражении с высокой светоотдачей и с учетом конструктивных особенностей дифракционного спектрофотометра представляется всегда актуальной. Для решения такой задачи необходимо было свести к минимуму светопотери, обусловленные: материалом; размерами оптического элемента-световода; его геометрической конфигурацией; числом отражающих поверхностей; сопутствующими конструктивными элементами, обеспечивающими простоту смены образца, его прижим к элементу и юстировку.

Из многих известных конфигураций оптических элементов [1] выбор пал на V-образный. Преимущества такой геометрии заключаются в следующем. С одной стороны, полностью исключаются зеркала, а с другой – сходящиеся пучки не претерпевают при прохождении элемента никаких искажений с сохранением соосности на всем протяжении оптического хода пучков. Минимум дополнительного хода сводится за счет малых размеров элемента, обусловленных площадью пучка по сечению входной щели, а также низким числом внутренних отражений, которое в таком варианте равно 4. Для обеспечения эффективного прижима угол элемента выбран не острым, а тупым. Это обстоятельство способствовало резкому уменьшению нагрузки при прижиме образца, упрощая механические элементы прижимных накладок, что в свою очередь сохраняет элемент-световод от разрушения в процессе его многократного использования.

Указанные выше соображения были учтены при изготовлении образца сплошного элемента-световода из единой оптической заготовки. С точки зрения максимальной светоотдачи подходящим материалом для элемента был выбран прозрачный в спектральной области 2-25 мкм KRS-5 (смесь галлоидных

солей таллия $Tl J + Tl Br$) со средним значением показателя преломления 2,38 в указанном интервале длин волн. Угол падения для элемента был выбран в $55^\circ \pm 0,5^\circ$, что обеспечивает при 4-кратном отражении возможность записи инфракрасных спектров НПВО для конденсированных сред с показателями преломления в пределах от 1,3 до 2,0. Изготовление элемента потребовало использования оригинальной технологической оснастки при шлифовке и полировке плоских граней изделия сплошной конфигурации.

Предсказанное значение светоотдачи в неполяризованном свете для указанной геометрии в среднем по диапазону должно быть не менее 50%. Снижение светоотдачи на практике может быть вызвано только величинами светорассеяния монокристаллического KRS-5 и качеством оптической обработки поверхностей изготовленного элемента.

На рис. 1 представлены схема изготовленного элемента-ячейки МНПВО, а также результаты спектрофотометрирования тонкой пленки полиэтилентерефталата по методам пропускания и МНПВО.

Как и следовало ожидать, при светоотдаче элемента ~30% характер отличий полученных спектральных распределений полностью интерпретируется в соответствии с особенностями явления НПВО. В то время как НПВО характеризует поглощение тонких субмикронных слоев пленки, локализованных у поверхности, спектр пропускания представляется усредненным по всей толщине. Размерам глубины проникновения по спектру НПВО четко соответствуют тенденции увеличения их с ростом длины волны. Различия распределений полос в узком структурно-чувствительном спектральном интервале $750-1000 \text{ см}^{-1}$ коррелируют с известными и обусловлены морфологическими и ориентационными отличиями макромолекул локализованных у поверхности. Детали перекрывающихся сильных полос представляются более четко в спектрах НПВО (полосы при $1050-1200$ и $1200-1300 \text{ см}^{-1}$).

Таким образом, разработанный элемент может быть рекомендован для использования при проведении спектральных исследований зон фазового раздела конденсированных сред. Предложенная конфигурация не критична к схемам и конструкциям серийных спектрофотометров.

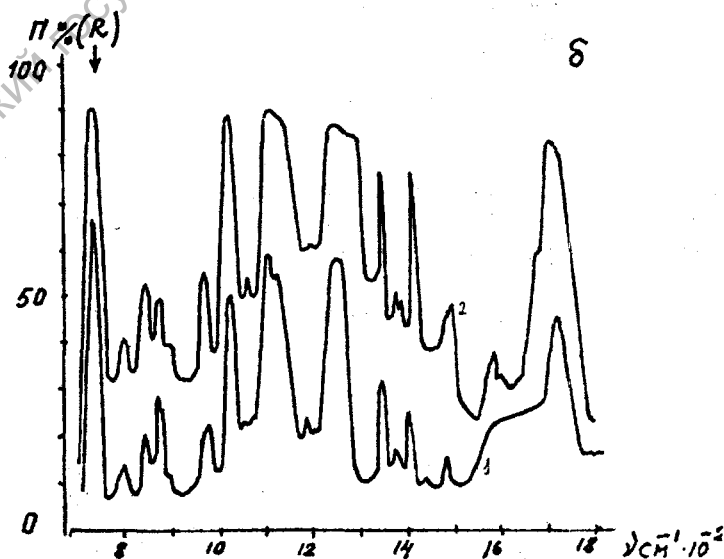


Рис. 1. а) ИК спектры полиэтилентерефталата, пленка:
1 – МНПВО, 2 – пропускания.

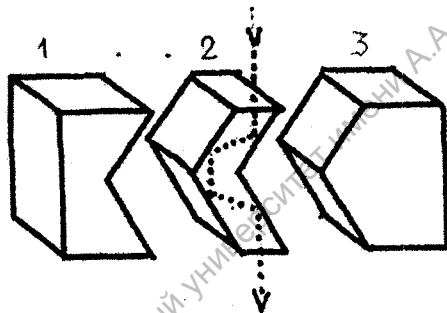


Рис. 1. б) Схема ячейки МНПВО: 1, 3 – прижимы; 2 – элемент.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харрик Н. Спектроскопия внутреннего отражения, (под. ред. Никитина В.А.). – М: «Мир», 1970. – 335 с.
2. Головачев В.И., Гусев С.С. Приб. и техн. exper., 1974. – №6. – С. 202-203.
3. Головачев В.И., Гусев С.С., Толпыго А.Н. Приб. и техн. exper., 1976. – №4. – С. 200.