

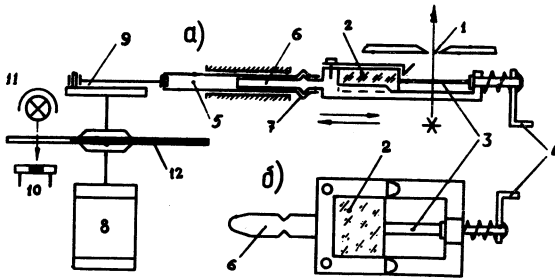
КОМПЕНСИРОВАННЫЙ СЕЛЕКТИВНЫЙ МОДУЛЯТОР
ДЛЯ ДЛИННОВОЛНОВОГО ИНФРАКРАСНОГО СПЕКТРОМЕТРА

Е. А. Виноградов, Л. К. Водопьянов,
В. Д. Копанев

Разрешающая способность спектрального прибора, как известно, зависит от величины коэффициента пропускания оптической системы. Последняя в дифракционных длинноволновых инфракрасных (ИК) спектрометрах в первую очередь определяется пропусканием фильтров коротковолнового паразитного излучения. В области спектра $20 + 150$ мкм в лучших известных спектрометрах эта величина составляет $\tau_\lambda \approx 0,01 \div 0,2/1,2,3/$. В некоторых спектрометрах /3,4/ для облегчения фильтрации коротковолновой части излучения источника используется секторный селективный модулятор. В работе /5/ описан селективный модулятор с использованием возвратно-поступательного движения фильтра. Для прерывания светового потока в таких модуляторах применяются пластины щелочно-галогидных кристаллов больших размеров. Эти кристаллы должны быть прозрачны для паразитного коротковолнового излучения и непрозрачны для рабочего диапазона длин волн. Глубина модуляции коротковолнового излучения определяется френелевским отражением на поверхностях кристалла и составляет $\approx 5 + 10\%$ /6/. В области сильного поглощения глубина модуляции светового пучка $\approx 100\%$. Таким образом на выходе приемно-регистрирующей системы сигнал, соответствующий коротковолновому излучению, ослабляется лишь в $20 + 10$ раз.

Интенсивность же коротковолнового излучения в области "блеска" ($\lambda = \lambda_0$) дифракционных решеток-эшелеттов превышает в $10^3 + 10^7$ раз интенсивность излучения в рабочем диапазоне длин волн. Поэтому очень важно в селективных модуляторах устранить модуляцию коротковолнового излучения.

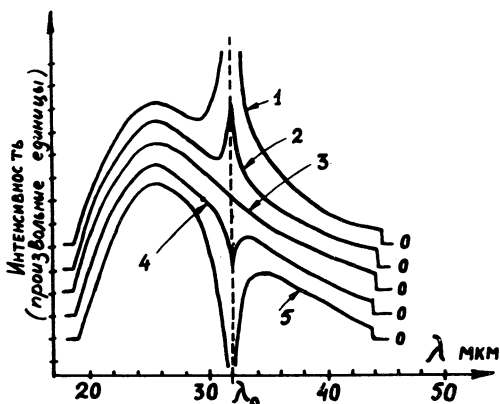
Нами был разработан селективный модулятор, позволяющий полностью компенсировать френелевские потери на отражение. При использовании такого модулятора на выходе приемно-регистрающей системы отсутствует сигнал, соответствующий коротковолновому излучению всех высших порядков, начиная с третьего. Модулятор кре-



Р и с. 1. а) Кинематическая схема компенсированного селективного модулятора. б) Съемная рамка с кристаллом и компенсатором.

пится непосредственно на входную щель монохроматора (1) (рис. 1) и световой пучок прерывается возвратно-двусторонним движением рамки со щелочно-галогенным кристаллом (2) и компенсатором (3) с частотой 9 гц. Одним из достоинств такого модулятора является то, что кристалл модулятора может иметь малые размеры (в нашем случае $18 \times 12 \times 1 \text{ мм}^3$). Компенсатор представляет собой тонкую почерненную металлическую пластинку шириной $d = 1 \text{ мм}$, которую можно плавно поворачивать вокруг продольной оси с помощью рычажка (4), изменяя таким образом эффективную ширину компенсатора $h = d \cos \alpha$, где α - угол поворота компенсатора. При высоте входной щели монохроматора H полная компенсация френелевских потерь достигается при $(H - h)/H = T_\lambda$, где T_λ - величина коэффициента пропускания кристалла селективного модулятора при длине волны λ . На рис. 2 представлены спектры источника с различной величиной эффективной ширины компенсатора при использовании следующего набора фильтров: селективный модулятор с кристаллом NaCl , одно отражение от кристалла CaF_2 и матовое зеркало с размерами шероховатостей $\approx 3 + 5 \text{ мкм}$. Доля паразитного излучения при полной компенсации (кривая 3) не превышает 2% в области $20 +$

+ 40 мкм ($\lambda_0 = 32$ мкм). При этом коэффициент пропускания фильтров составляет $T_{\Phi} = T_{\text{мод}} R_{\Phi} R_{\Sigma} \approx 0,95 \times 0,8 \times 0,8 = 0,6$. Селективный модулятор в значительной степени ослабляет также и интенсивность второго порядка. Для работы в широком диапазоне длин



Р и с. 2. Участок спектра с различной степенью компенсации френелевских потерь на отражение. 1, 2 - частичная компенсация; 3 - полная компенсация; 4, 5 - перекомпенсация.

волн (20 + 150 мкм) в описываемом селективном модуляторе предусмотрена возможность смены фильтрующего элемента, укрепленного вместе с компенсатором в специальной рамке (рис. 1б).

В области 20 + 40 мкм в качестве фильтра используется NaCl , в области 35 + 70 мкм - KBr , в области 60 + 120 мкм - CsBr и в области 80 + 160 мкм - CaJ . Рамки крепятся к шатуны (5) с помощью "ласточкиного хвоста" (6) и двух упругих зажимов (7). Селективный модулятор приводится в движение синхронным мотором (8) с помощью кривошипа (9) и шатуна (5). На валу синхронного мотора укреплен генератор опорного напряжения для синхронного детектора. Генератор состоит из фотоспротивления FSA-IA (10), лампочки (11) и прерывателя (12).

На первый взгляд, казалось бы, на степень компенсации френелевских потерь на отражение, а следовательно и на чистоту спектра, должны влиять такие факторы, как несимметричность оп-

тических пучков, неиспользование всей апертуры при исследовании образцов малых размеров, а также различие в собственном тепловом излучении кристалла модулятора и компенсатора. Однако все эти факторы, как показывает эксперимент, не играют существенной роли, если модулятор находится не в промежуточном фокусе, а приемник ИК излучения при комнатной температуре.

Компенсированный селективный модулятор эксплуатируется в течение трех лет в лабораторном инфракрасном спектрометре, сконструированном в ФИАН^е, и оказался эффективным, надежным и удобным в работе.

Поступила в редакцию
24 октября 1972 г.

Л и т е р а т у р а

1. M. F. Kimmitt, "Far infrared techniques" London, 1970.
2. Model FIS-21 Hitachi Far Infrared Spectrophotometer Technical Description. Hitachi, Japan, 1970.
3. Н. Г. Ярославский. УФН, 62, 159 (1957).
4. В. И. Малышев, И. М. Арефьев, С. Г. Раутман. Материалы 5 совещания по спектроскопии. г. Минск, 1967 г., стр. 15.
5. R. C. Lord, T. K. McCubbin, Jr. Journ. Opt. Soc. Am., 47, 689 (1957).
6. Е. М. Воронкова, Б. Н. Гречушников и др. Оптические материалы для инфракрасной техники. "Наука", М., 1965 г.