

колебания, состоящие из нескольких мод. Первой модой является постоянная составляющая. Другие моды образуются из движения дна тоннеля вверх-вниз в комбинациях с движением боковых стенок в стороны, вверх-вниз и с движением потолка тоннеля вверх-вниз. Кроме того, имеют место моды, представляющие собой деформацию дна тоннеля вверх-вниз и вибрацию недеформированного круга обделки тоннеля вверх-вниз. В-третьих, при возбуждении на дне тоннеля вертикальных вибраций, имеющих большей частью место при движении электропоездов, на боковых стенках тоннеля формируются противоположно направленные горизонтальные составляющие вибрации, величины которых на (6—8) дБ выше вертикальных составляющих вибрации. Это объясняет причины возникновения на поверхности грунта наряду с вертикальными составляющими горизонтальных составляющих вибрации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильичев В. А.—В сб.: Динамический расчет сооружений на специальные воздействия. М., 1981, с. 136.

Поступила в редакцию
01.11.84.

УДК 535.421.13 : 534

С. А. ЗЕНЧЕНКО

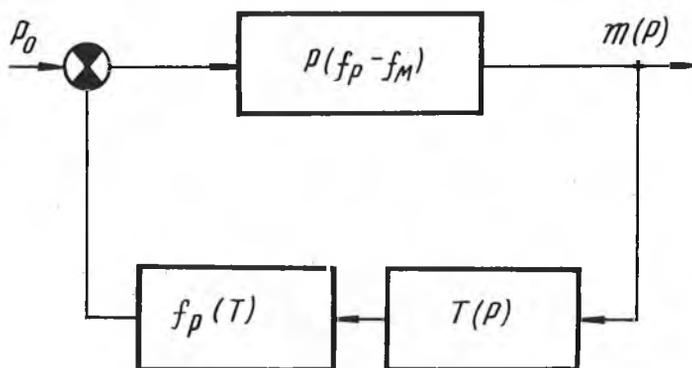
ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АКУСТООПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА СТОЯЧЕЙ ВОЛНЫ

Акустооптические модуляторы стоячей волны (АОМСВ) позволяют осуществить амплитудную модуляцию проходящего света в нулевом максимуме дифракции. Принципы работы таких модуляторов хорошо известны [1], но только в последнее время появился ряд работ, посвященных анализу тепловых явлений в АОМСВ [2—5]. Необходимость таких исследований связана со все возрастающим использованием подобных модуляторов.

Различный характер нагрузки модулятора в зависимости от частоты модуляции, влияние тепловых процессов на параметры модуляции позволяют рассмотреть АОМСВ как систему с внутренней обратной связью [6] (см. рисунок).

На вход модулятора поступает сигнал мощностью P_0 на частоте собственного резонанса модулятора f_p . Глубина модуляции оптического излучения m зависит от мощности P , рассеиваемой в модуляторе, и при малых индексах модуляции пропорциональна мощности, т. е.:

$$m \sim P. \quad (1)$$



Модель АОМСВ как система с внутренней обратной связью

В зависимости от разности частоты модуляции f_M и частоты собственного резонанса модулятора f_P в модуляторе будет рассеиваться мощность $P(f_P - f_M)$. Рассеиваемая мощность P приводит к изменению температуры модулятора $T(P)$ и, следовательно, к изменению частоты собственного резонанса $f_P(T)$, что, в свою очередь, ведет к изменению расстройки частот ($f_P - f_M$). При изменении расстройки частот меняется мощность, рассеиваемая в модуляторе, и, таким образом, в модуляторе возникает обратная связь.

Запишем резонансную характеристику модулятора в виде

$$P(f_P - f_M) = P_0 \left[1 + \frac{(f_P - f_M)^2}{(\delta f)^2} \right]^{-\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

где δf — ширина собственного резонанса модулятора.

Разложим (2) в ряд Тейлора вблизи частоты собственного резонанса:

$$P(f_P - f_M) = P_0 \left[1 + \frac{(f_{P0} - f_M)^2}{(\delta f)^2} \right]^{-\frac{1}{2}} \times \\ \times \left\{ 1 - \left[1 + \frac{(f_{P0} - f_M)^2}{(\delta f)^2} \right]^{-1} \frac{(f_{P0} - f_M)}{(\delta f)^2} \Delta f_P \right\}, \quad (3)$$

где f_{P0} — частота собственного резонанса модулятора при температуре T_0 , Δf_P — изменение частоты собственного резонанса при изменении температуры. Колебания температуры АОМСВ и подводимой к нему мощности в стационарном режиме малы, поэтому в разложении функции $P(f_P - f_M)$ в ряд Тейлора можно ограничиться первыми двумя членами.

Зависимость резонансной частоты от температуры можно получить из выражения для собственных частот модулятора:

$$f_P = n \cdot \Delta f = \frac{n \cdot v_{зв}}{2l}, \quad (4)$$

где n — целое число. Следовательно,

$$\Delta f_P = \frac{n}{2} \frac{\Delta v_{зв} \cdot l - v_{зв} \cdot \Delta l}{l^2}, \quad (5)$$

где $\Delta v_{зв}$ и Δl — изменения скорости звука в модуляторе и геометрических размеров модулятора при изменении температуры.

Выражение (5) можно привести к виду:

$$\Delta f_P = \frac{n}{2} \frac{v_0 \cdot \Delta T \cdot (\alpha_v - \alpha_l)}{l} = \alpha_f \cdot \Delta T, \quad (6)$$

где $\alpha_f = \frac{n}{2} \cdot \frac{v_0}{l} \cdot (\alpha_v - \alpha_l)$, v_0 — скорость звука при начальной температуре, α_v , α_l и α_f — температурные коэффициенты изменения скорости звука, размеров модулятора и частоты собственного резонанса.

Акустооптический модулятор представляет собой тело с непрерывно действующим источником тепла. В линейном приближении для изменения температуры тела можно записать [7]:

$$\Delta T = \frac{1}{\alpha} \cdot \Delta P, \quad (7)$$

где α — коэффициент теплообмена; ΔP — изменение рассеиваемой мощности.

Подставляя (3), (6) и (7) в (1), получаем:

$$m \sim P_0 \left[1 + \frac{(f_{P0} - f_M)^2}{(\delta f)^2} \right]^{-\frac{1}{2}} \left\{ 1 - \left[1 + \frac{(f_{P0} - f_M)^2}{(\delta f)^2} \right]^{-1} \times \right. \\ \left. \times \frac{(f_{P0} - f_M)}{(\delta f)^2} \cdot \frac{\alpha_f}{\alpha} \cdot \Delta P \cdot \Delta f_P \right\}. \quad (8)$$

Для изменения глубины модуляции в результате изменения мощности получим:

$$\frac{\Delta m}{\Delta P} \sim -P_0 \left[1 + \frac{(f_{p0} - f_M)^2}{(\delta f)^2} \right]^{-\frac{3}{2}} \cdot \frac{(f_{p0} - f_M)}{(\delta f)^2} \cdot \frac{\alpha_f}{\alpha} \cdot \Delta f_P \quad (9)$$

и для изменений глубины модуляции в результате изменения температуры аналогичным образом:

$$\frac{\Delta m}{\Delta T} \sim -P_0 \left[1 + \frac{(f_{p0} - f_M)^2}{(\delta f)^2} \right]^{-\frac{3}{2}} \cdot \frac{(f_{p0} - f_M)}{(\delta f)^2} \cdot \alpha_f \cdot \Delta f_P \quad (10)$$

Из выражений (9) и (10) следует, что характер изменения глубины модуляции от температуры и подводимой мощности определяется как температурным изменением частоты собственного резонанса, так и величиной расстройки частоты модуляции от частоты собственного резонанса. При $\alpha_j > 0$ ($\alpha_v > \alpha_t$), что выполняется для плавленого кварца, из которого часто изготавливаются модуляторы, и выборе частоты модуляции ниже частоты собственного резонанса, т. е. $(f_{p0} - f_M) > 0$, модулятор представляет собой систему с отрицательной обратной связью, и рабочая точка будет устойчивой, что совпадает с экспериментальными результатами работ [2] и [5]. При выборе рабочей точки модулятора на резонансной частоте или высокочастотном склоне характеристики режим будет неустойчивым и потребуются введение систем автоматической подстройки частоты и температуры. При выборе рабочей точки ниже частоты собственного резонанса необходимо только термостатирование модулятора, причем возникновение отрицательной обратной связи повышает стабильность глубины модуляции к внешним воздействиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустель Е. Р., Парыгин В. Н. Методы модуляции и сканирования света.— М., 1970.
2. Магдич Л. Н., Сасов В. Н., Шницер П. И.— Электронная техника. Сер. 10. Квантовая электроника, 1975, № 1, с. 67.
3. Falk I., Hitz C. B.— IEEE J. Quant. Electron., 1975, v. 11, № 7, p. 365.
4. Rice R. R., Jackson I. E., Burkhardt G. H.— Appl. Opt., 1978, v. 17, № 11, p. 1824.
5. Афанасенко В. Н., Данилов В. А., Зенченко С. А.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. I, физ. мат. и мех., 1980, № 3, с. 13.
6. Баранов Г. Н., Данилов В. А., Зенченко С. А.— Фотометрия и ее метрологическое обеспечение.— Тез. докл. 4 ВНТК. М., 1982, с. 190.
7. Лыков А. В. Теория теплопроводности.— М., 1967.

Поступила в редакцию
26.11.84.

УДК 539.16

*Е. В. БИЛЬДЮКЕВИЧ, В. Л. ГУРАЧЕВСКИЙ, М. МАШЛАН,
О. В. МИСЕВИЧ, А. Л. ХОЛМЕЦКИЙ, В. А. ЧУДАКОВ*

ЭКСПРЕСС-ОБРАБОТКА ДАННЫХ ЯГР-ЭКСПЕРИМЕНТОВ В СПЕКТРОМЕТРЕ НА ЛИНИИ С МИКРО-ЭВМ

Получение физической информации из данных ядерного гамма-резонансного (ЯГР) эксперимента сопряжено с достаточно серьезной математической обработкой результатов измерений. По этой причине современные мессбауэровские спектрометры комплектуются малыми ЭВМ широкого назначения. Это относится как к распространенному у нас в стране измерительному комплексу МЕРА—САМАС 125/SM 4А, так и к ряду других спектрометров. Для всех подобных комплексов характерен режим «off—line», при котором процессор ЭВМ лишен возможности заниматься в ходе накопления спектров какой-либо другой работой. Это существенно ограничивает функциональные характеристики, а в случае построения комплекса на базе производительной и достаточно дорогой ЭВМ (например, PDP-II, CM-4) неизбежно приводит к крайне низкой эффективности использования ее вычислительных ресурсов.