

ИЗМЕРИТЕЛЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗЛУЧЕНИЯ ОКГ С БОЛЬШОЙ ПЛОТНОСТЬЮ МОЩНОСТИ

*Ю. М. Надежкин, Р. А. Валитов, Л. А. Барышев,
В. К. Николаев*

Москва

В работе [1] было показано, что для измерения излучений с большой плотностью мощности в пондеромоторных измерителях целесообразно применять прозрачные тонкие приемные пластины с малым поглощением. Такие пластины способны выдерживать плотность до 10^{10} — 10^{11} *вт/см²*. В работе [2] обоснована целесообразность использования в пондеромоторных измерителях магнитного подвеса чувствительного элемента, компенсационной системы индикации и калибровки [1, 4], а также возможность производить измерение при атмосферном давлении [1, 3, 4]. Применение этих факторов позволяет значительно повысить чувствительность таких приборов, увеличить их быстродействие, надежность и другие эксплуатационные характеристики. В данной статье приводится описание прибора, разработанного на базе теоретических и экспериментальных данных, полученных ранее [1—3].

Принципиальная схема магнитного подвеса чувствительного элемента изображена на рис. 1. Ток соленоида с сердечником, в поле которого подвешивается чувствительный элемент, имеющий ферромагнитный якорь, управляется сигналом, вырабатываемым генератором на лампе L_1 , в цепи сеточного контура которого включена катушка датчик L_1 . При приближении и удалении чувствительного элемента добротность катушки L_1 меняется, что приводит к изменению амплитуды колебаний генератора. После детектирования L_2 формируется постоянное напряжение, величина которого изменяется с изменением высоты подвеса. Это напряжение усиливается L_3 и вместе с сигналом производной,

который образуется цепочкой и усиливается лампой Л₄, подается на сумматор Л₅.

Сигнал, снимаемый с нагрузки лампы Л₆, управляет работой усилителя мощности Л₆, который, в свою очередь, регулирует ток соленоида *L* в зависимости от движения чувствительного элемента. Электромагнит *L* состоит из катушки соленоида с внутренним диаметром 15 мм, внешним 85 мм и высотой 40 мм, содержащей 8000 витков ПЭВ-0,23, и отожженного сердечника из Армко Ø14, длиной 70. Индуктивность соленоида с сердеч-

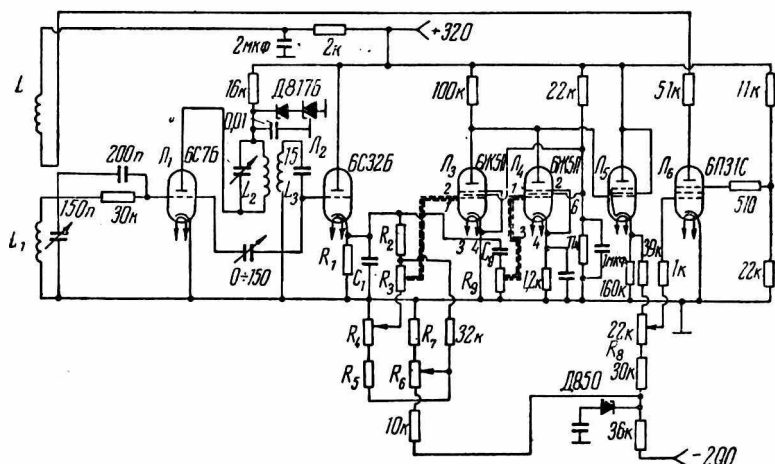


Рис. 1. Принципиальная схема магнитного подвеса чувствительного элемента пондеромоторного измерителя:

$R_1 = 82 \text{ к}; R_2 = 51 \text{ к}; R_3 = 470 \text{ к}; R_4 = 1 \text{ к}; R_5 = 51 \text{ к}; R_6 = 22 \text{ к};$
 $R_7 = 30 \text{ к}; R_8 = 22 \text{ к}; C_1 = 5100 \text{ пф}; C_2 = 0,1 \text{ мкф}; R_9 = 47 \text{ к}.$

ником 2,6 гн, сопротивление катушки 210 ом. Катушка *L*₁ — плоская и содержит 13 витков провода ПЭВ-0,23.

Для уменьшения паразитных наводок датчик (генератор Л₁, детектор Л₂ и катушка *L*₁) выполнен в виде отдельного хорошо экранированного блока, который размещается на одном основании с электромагнитом *L*. Для уменьшения габаритов этого блока в нем применены лампы миниатюрного оформления 6С7Б. Вся схема должна питаться стабильными источниками питания с коэффициентами стабилизации не хуже нескольких сот единиц. Наиболее жесткие требования предъявляются к источнику, питающему обмотку электромагнита *L*. Коэффициент стабилизации желательно иметь не менее 500.

Для определения пондеромоторного действия измеряемого излучения в приборе использована компенсационная система индикации. Принципиальная схема такой системы, иллюстрирующая особенности ее работы, изображена на рис. 2. Измеряе-

мое излучение P , попадая на приемную пластину 4, поворачивает чувствительный элемент на некоторый угол. При этом с помощью источника света 5 и зеркальца 6 меняется освещенность фотосопротивлений Φ_1 и Φ_2 , которые включены в мостовую схему. В результате разбаланса моста между точками A и B появляется разность потенциалов, пропорциональная углу поворота и вызывающая ток в диагонали. Этот ток является выходным сигналом, измеряемым прибором Γ . Сигнал обратной связи V_0 снимается с сопротивления R_1 .

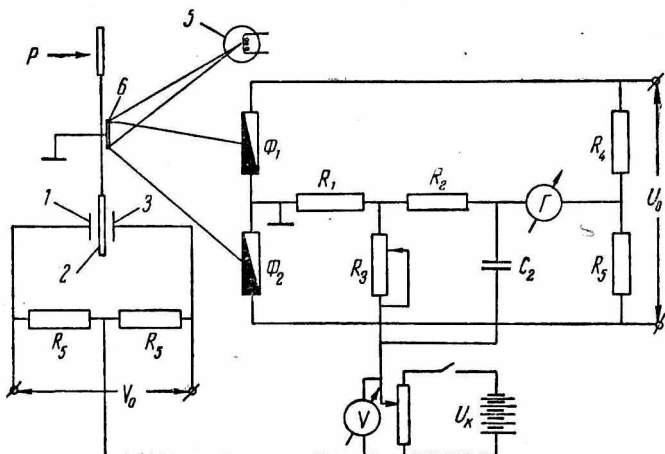


Рис. 2. Принципиальная схема системы индикации и калибровки с отрицательной обратной связью.

Исполнительным устройством является электростатический механизм, состоящий из двух параллельных неподвижных пластин 1, 3, между которыми помещается подвижная пластина 2, укрепленная на конце коромысла чувствительного элемента. Нулевой потенциал на подвижную пластину 2 подводится с помощью тонкой проводящей немагнитной иглы, расположенной внизу чувствительного элемента по вертикальной оси симметрии, которая опускается на доли миллиметра в заземленную проводящую жидкость (этиленгликоль). На неподвижные обкладки помимо напряжения обратной связи подается также постоянное напряжение V_0 (напряжение возбуждения), обеспечивающее линейную зависимость между мощностью измеряемого излучения и выходным сигналом.

Для калибровки системы индикации в схеме (рис. 2) предусмотрена подача на обкладки электростатического исполнительного устройства постоянного напряжения U_k , создающего калибрующий вращающий момент, эквивалентный моменту, развиваемому измеряемым излучением. Схема, подобная описанной,

используется в приборе для измерения непрерывной мощности и средней мощности импульсно-периодического излучения. Для измерения энергии моноимпульсов применяется аналогичная схема, однако для обеспечения необходимой величины постоянной сползания в ней использована отрицательная обратная связь по производной от выходного сигнала, аналогично тому, как это делается в фотоэлектрических флюкс-метрах [5]. Калибровка прибора в этом случае осуществляется электрическими импульсами, эквивалентными по своему действию световым.

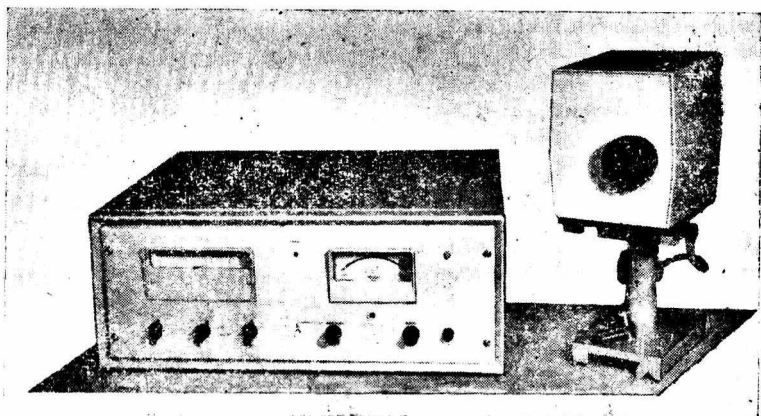


Рис. 3. Общий вид прибора.

Конструктивно измеритель состоит из приемной головки, укрепленной на универсальной стойке, и блока управления. Приемная головка электрически соединяется с блоком управления при помощи кабеля с разъемом. Общий вид прибора представлен на рис. 3.

Приемная головка включает в себя следующие основные элементы: чувствительный элемент, поддерживающий соленоид с сердечником, фотоэлектрооптическая система, преобразующая угол поворота чувствительного элемента в электрический сигнал, электростатическое исполнительное устройство (два неподвижных дисковых электрода, между которыми размещается подвижный электрод, укрепленный на одном из плеч коромысла чувствительного элемента).

Кроме этого, в состав головки входят: высокочастотный генератор, детектор и плоская катушка, составляющие элементы датчика положения подвеса по вертикали; устройство для обеспечения дополнительной устойчивости подвеса в радиальном направлении и при наклонах с демпфирующей жидкостью (силиконовое масло) и подмагничивающей катушкой. Одним из важных элементов головки является камера — герметичная полость, в которой

находится приемная пластина чувствительного элемента. Это камера обеспечивает условия, при которых отсутствует влияние паразитных тепловых эффектов, что позволяет производить измерения при атмосферном давлении воздуха [1, 3, 4]. Вся рабочая часть головки помещается в цилиндрический осесимметричный экран с целью уменьшения влияния на подвес внешних магнитных полей. Головка имеет юстировочные приспособления, позволяющие выставить ее основание горизонтально.

Чувствительный элемент состоит из ферромагнитного якоря, горизонтального коромысла, несущего на концах два диска: сапфировый ($\varnothing 20 \times 0,5$), воспринимающий измеряемое излучение, и металлический ($\varnothing 25 \times 0,4$), являющийся подвижным электродом в электростатическом исполнительном устройстве. Помимо этого, чувствительный элемент несет на себе маленькое зеркальце фотоэлектрооптической системы индикации и металлический (немагнитный) диск в горизонтальной плоскости, необходимый для увеличения эффективности воздействия на катушку датчика положения подвеса по вертикали. В нерабочем положении чувствительный элемент может быть арретирован зажимом.

Все фотоманитные детали, входящие в систему подвеса, были выполнены из магнитомягкого материала «Армко» и для устранения остаточных намагничений отожжены в вакуумной печи. Нулевой потенциал к подвижному электроду подводится с помощью электропроводящей жидкости, находящейся в заземленном металлическом стакане. В блоке управления размещены радиотехнические элементы схемы: система магнитного подвеса чувствительного элемента, элементы схемы системы индикации и калибровки, стабилизированные источники питания.

На передней панели блока расположены органы управления индикации и контроля. Прибор измеряет проходящее излучение.

Измеритель имеет следующие технические характеристики. Диапазон измеряемых длин волн $0,4\text{--}4$ $\mu\text{м}$ (спектральный диапазон может быть расширен за счет замены приемной пластины и входных окон из сапфира на пластины из материала прозрачного в других участках спектра); диапазон энергий моноимпульсов с длительностью порядка 10^{-3} сек — $0,5 \div 1000$ дж, с длительностью 10^{-8} — 10^{-7} сек — $0,5 \div 10$ дж; диапазон измерения непрерывной мощности излучения — $0,1 \div 500$ вт; погрешность измерения 6%; габаритные размеры приемной головки $270 \times 173 \times 415$ мм, блока управления $580 \times 550 \times 220$ мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Г. Кокодий, Р. А. Валитов. «Измерительная техника», 1969, № 12.
2. Ю. М. Надежкин, Л. А. Барышев, Л. З. Пивень. «Электронная техника», сер. II, № 3, 1969.
3. Ю. М. Надежкин, Г. П. Стародубцев, Г. А. Григорьева. «Электронная техника», сер. II, № 1, 1970.

4. Ю. М. Надежкин, Г. П. Стародубцев. Материалы XXXIII научно-технической конференции. Секция электронной техники и приборостроения. Изд-во СПИ, Саратов, 1970.

5. Л. Ф. Куликовский. Гальванометрические компенсаторы. Изд-во «Энергия», 1964.