

Ю. Н. ДУБНИЦЕВ,  
В. С. СОБОЛЕВ, А. А. СТОЛПОВСКИЙ, Е. Н. УТКИН  
(Новосибирск)

### ИЗМЕРЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ СКОРОСТИ С ПОМОЩЬЮ ОПТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ДОППЛЕРА

Бесконтактные измерения локальной линейной скорости движущихся тел можно успешно осуществить, используя эффект Допплера в оптическом диапазоне длин волн. С целью создания соответствующих измерительных приборов в ряде лабораторий у нас и за рубежом ведутся исследовательские работы в этом направлении [1, 2]. Схема экспериментальной установки, разработанной в ИАЭ СО АН СССР для измерения скорости твердых тел с диффузно рассеивающей поверхностью, представлена на рис. 1.

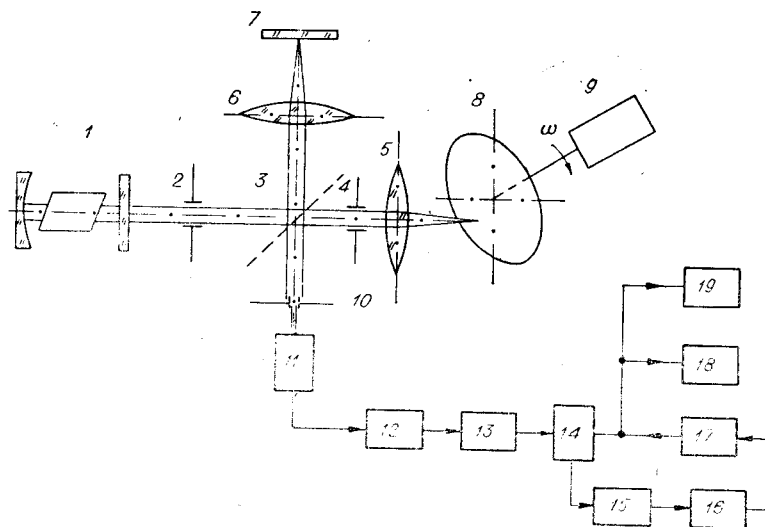


Рис. 1.

Луч света газового лазера 1, работающего на основной моде, проходит апертурную диафрагму 2 и попадает на светоделительную пластинку 3, где разделяется на два пучка. Один из расщепленных пучков проходит диафрагму 4 и фокусируется объективом 5 на поверхность диска 8, локальная линейная скорость которого подлежит измерению. Диск приводится во вращение электродвигателем 9. Второй из расщепленных пучков фокусируется объективом 6, идентичным объективу 5, на поверхность полированной плоской стеклянной пластинки, отражается от нее и направляется тем же объективом 6 на светоделительную пластинку, где, выполняя роль опорного пучка, рекомбинирует с сигнальным лучом, рассеянным диском 8. Сигнальный и опорный пучки ограничиваются полевой диафрагмой 10 и, складываясь, дают интерференционную картину на фотокатоде фотоэлектронного умножителя 11. Фотоэлектронный умножитель как квадратичный детектор выделяет электрический сигнал разностной доплеровской частоты, значение которой определяется выражением

$$f_d = \frac{1}{\pi} \frac{\vec{V} \cdot \vec{K}}{\lambda} = \frac{2 \cos \theta}{\lambda} V,$$

где  $\theta$  — угол между направлением падающего пучка и вектором локальной линейной скорости диска;  $\lambda$  — длина волны света.

Электрический сигнал этой доплеровской частоты с нагрузки фотоэлектронного умножителя 11 поступает через фильтр высоких частот 12 и усилитель-ограничитель 13 на следящий фильтр, состоящий из фазового детектора 14, фильтра низких частот 15, усилителя постоянного тока 16 и управляемого по частоте генератора 17. С выхода генератора 17 сигнал поступает на частотный детектор 18 и цифровой вольтметр 19. Показания цифрового частотомера пропорциональны линейной скорости диска в месте

падения луча, усредненной за время счета частотомера, а напряжение на выходе частотного детектора — мгновенной скорости с учетом, конечно, инерционности частотного детектора. Этот сигнал можно подать на анализатор спектра и получить таким образом спектр пульсаций скорости диска при неравномерном его движении.

К сожалению, даже при равномерном движении тела доплеровский сигнал не является монохроматическим. Его спектр, полученный нами и представленный на рис. 2, уширен. Ширина спектра сильно зависит от следующих причин: 1) диаметра сфокусированного падающего пучка на поверхности диска; 2) от углового размера падающего пучка; 3) от углового размера рассеянного пучка, который определяется полевой диафрагмой  $10$  и фокусным расстоянием объектива  $5$ . Эта инструментальная ширина доплеровского спектра ограничивает возможности прибора при измерении малых пульсаций скорости. Сужение инструментального спектра достигается повышением точности фокусировки и уменьшением угловых размеров падающего и рассеянного пучков.

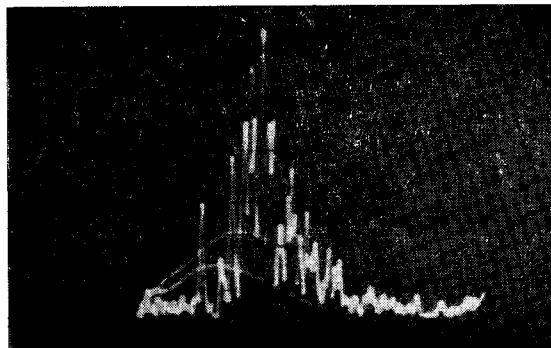


Рис. 2.

Оптическая схема и электронно-измерительный блок описанного устройства измеряют локальную среднюю линейную скорость движущегося тела с погрешностью порядка 0,2%. Прибор может найти успешное применение везде, где требуется бесконтактное, высокоточное измерение линейной скорости механического движения, например, в прокатных станах, в бумагоделательных машинах и т. п. устройствах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. K. D. Kroeger. Motion Sensing by Optical Heterodyne Doppler Detection From Diffuse Surfaces.— Proceedings of the IEEE, 1965, v. 53, № 2.
2. S. C. L. Botcherby, G. A. Bartley-Denniss. Length and Velocity Measurement by Laser.— Optics Technology, 1969, v. 1, № 2.

Поступило в редакцию  
15 августа 1970 г.

УДК 535.854+621.375.9

*Е. И. ГУРИН, В. В. ДОНЦОВА*  
(Новосибирск)

#### СПЕКТРОМЕТР С ПЕРЕМЕННОЙ ДИСПЕРСИЕЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ГАЗОВЫХ ЛАЗЕРОВ

Сканирующие интерферометры стали общим инструментом для изучения спектра лазерных мод. Они представляют собой спектрометры высокой разрешающей силы и используются для получения информации, касающейся структуры лазерных мод, что трудно получить с помощью какого-либо другого прибора.

Одной из наиболее важных характеристик спектрометра является дисперсия прибора, определяемая длиной интерферометра. Дисперсия указывает частотную ширину процесса, который можно анализировать с помощью прибора. Обычно спектрометры