

**АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ЛАЗЕРНЫХ ДОППЛЕРОВСКИХ  
АНЕМОМЕТРОВ С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМИ ТРАКТАМИ**

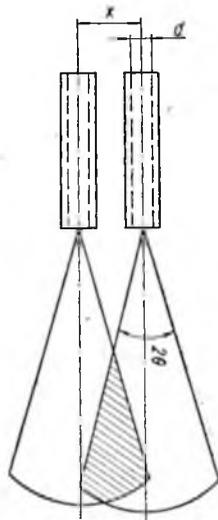
Рассмотрим возможности повышения энергетической эффективности лазерных доплеровских анемометров (ЛДА) с волоконно-оптическими трактами [1, 2]. Специфическими для волоконно-оптического ЛДА являются дополнительные потери в оптических волноводах, устройствах ввода излучения и согласующих элементах. Протяженность трактов анемометра сравнительно невелика, и потери на поглощение малы. При этом энергетическая эффективность определяется главным образом апертурными характеристиками и взаимной ориентацией излучающего и приемного волокон, формирующих конкретную конфигурацию рабочей зоны.

Остановимся подробнее на возможной конфигурации рабочей зоны ЛДА при различном положении волокон. При параллельном расположении двух одинаковых волокон с диаметром сердечника  $d$ , численной апертурой  $NA = \sin \theta$  и расстоянием между осями волокон  $X$  (см. рисунок) рабочая зона ЛДА будет образовываться в результате перекрытия диаграмм направленности передающего и приемного волокон (заштрихованная область). При этом дальняя граница рабочей зоны связана с энергией облучения объекта, чувствительностью фотоприемника и характеристиками рассеивающих центров в соответствии с соотношением  $E = \frac{4\pi r^4 \Omega E_n}{\sigma S_{пр} n_{пр}}$ , где  $E_{изл}$  — энергия излучения;  $\sigma$  — эффективная отражающая поверхность;  $\Omega$  —

телесный угол сектора обзора;  $S_{\text{пр}}$  — площадь приемного волокна;  $\eta_{\text{пр}}$  — коэффициент, учитывающий потери в приемной оптической системе;  $E_{\text{п}}$  — энергия порогового сигнала;  $\alpha$  — коэффициент ослабления излучения в среде;  $r$  — расстояние до объекта.

Расчет показывает, что объем рабочей зоны волоконно-оптического ЛДА может составлять десятые доли кубического миллиметра. Изменения расстояния  $X$ , апертуры волокна  $NA$  и энергии излучения  $E_{\text{изл}}$  позволяют варьировать конфигурацией рабочей зоны в широких пределах. Следует отметить, что при работе с неоднородными частицами значение  $\sigma$  нельзя считать постоянной величиной; поэтому возникает неопределенность в положении дальней границы рабочей зоны, что является некоторым недостатком этого метода.

При работе с одномодовыми оптическими волокнами (наиболее перспективными для ЛДА) структура рабочей зоны усложняется за счет наложения боковых лепестков диаграмм направленности излучающего и приемного волокон. Однако одномодовый режим и использование одномодовых волокон является радикальным средством ослабления эффекта флуктуации модового состава волокон. К тому же применение одномодовых волокон эллиптического или прямоугольного сечения, как представляется, может одновременно обеспечить и сохранение плоскости поляризации, что еще более повысит эффективность работы ЛДА с волоконно-оптическими трактами.



1. Tanaka T., Benedek G. Measurement of the velocity of blood flow (in vivo) using a fiber optic catheter and optical mixing spectroscopy.— *Applied Optics*, 1975, v. 14, N 1, p. 246.
2. Watkins D., Holloway A. An instrument to measure cutaneous blood flow using the Doppler shift of laser lighh.— *IEEE Trans. on biomed. engin.*, 1978, v. 28, N 1, p. 348.

Поступила в редколлегию 20.09.79

*N. F. Bogomolov, S. N. Khotjaincev*

#### THE USE OF OPTICAL FIBERS IN LASER DOPPLER ANEMOMETERS

Several different versions of optical fiber laser Doppler anemometers have been studied. The possibilities to improve the efficiency of the instrument are discussed.