

тема обработки выходного сигнала. В большинстве конструкций О. п. з. применяется также акустомеханич. преобразователь, обеспечивающий заданный характер деформаций световода под действием звуковой волны. В соответствии с тем, какой из параметров света используется для определения характеристик звуковой волны, О. п. з. подразделяют на интерферометрич., поляризац. и амплитудные.

В приёмниках на основе фазовой модуляции света приём звука осуществляется с помощью интерферометрич. схем (Маха — Цендера, Майкельсона, Фабри — Перо и др.) благодаря интерференции световых волн, по-разному промодулированных звуком. Изменение фазы световой волны  $\Delta\phi$  происходит в результате изменения эфф. показателя преломления  $n_{эф}$  и длины световода  $L$  под действием звукового давления  $p$ :

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \left( \frac{\partial n_{эф}}{\partial p} + \frac{n_{эф}}{L} \frac{\partial L}{\partial p} \right) pL,$$

где  $\lambda$  — длина волны света. Простейший приёмник на основе фазовой модуляции света (рис. 1) представляет собой двухплечевой оптоволоконный интерферометр, в одном плече к-рого расположен сигнальный световод 4, помещённый в акустич. поле, в другом — опорный световод 5, изолированный от звука либо обладающий меньшей чувствительностью к звуковому давлению, что достигается соответствующим выбором упругих свойств покрытий световода, его длины и др. Световые волны, выходящие из опорного и сигнального световодов, интерферируют на фотокатоде, в результате чего мощность света, попадающего на фотоприёмник 6, модулируется в соответствии с изменяющейся разностью фаз между волнами. На выходе фотоприёмника при этом наблюдается электр. сигнал звуковой частоты.

В О. п. з. на основе одноплечевого интерферометра Фабри — Перо модуляция фазы света в световоде преобразуется в модуляцию интенсивности благодаря многолучевой интерференции лучей разл. порядков отражения от торцов световода.

В интерферометрич. О. п. з. применяются как одномодовые, так и многомодовые световоды. В приёмниках с многомодовыми световодами может использоваться также межмодовая интерференция. Оптим. режим работы приёмника определяется условием  $\Phi_0 = \pi/2$ , где  $\Phi_0$  — пост. разность фаз интерферирующих волн. Сигнал на выходе приёмника линейно зависит от звукового давления при условии  $\Delta\phi \ll 1$ .

Поляризац. модуляция в О. п. з. (рис. 2) имеет место при наличии анизотропных напряжений и деформаций

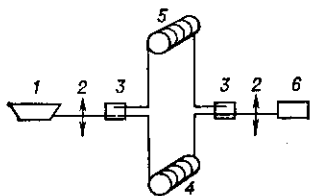


Рис. 1. Приёмник звука с интерферометром Маха—Цендера: 1 — лазер; 2 — микрообъектив; 3 — ответвители; 4 — сигнальный световод на катушке; 5 — опорный световод; 6 — фотоприёмник.

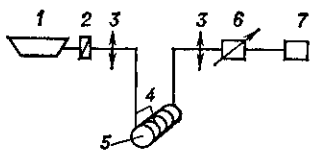


Рис. 2. Поляризац. приёмник звука: 1 — лазер; 2 — четвертьволновая пластина; 3 — микрообъектив; 4 — световод; 5 — упругий цилиндр; 6 — поляризац. анализатор; 7 — фотоприёмники.

в световоде 4 (закручивание, сжатие, изгиб), к-рые обуславливают двулучепреломление в одномодовых волоконных световодах. В таком анизотропном оптич. волокне оказывается возможным распространение двух ортогонально поляризов. световых волн с разл. фазовыми скоростями. Воздействие акустич. волны на двулучепреломляющий световод вызывает изменение разности фаз между ортогонально поляризов. модами, к-рое преобразуется с помощью поляризац. анализатора 6

в модуляцию интенсивности света на фотоприёмнике 7. Оптим. режим работы и условие линейности определяются теми же соотношениями, что и для интерферометрич. приёмников. В поляризац. приёмниках широко применяются акустомеханич. преобразователи в виде цилиндра 5 из упругого материала (резины, пластмасс и т. п.), на к-рый навит чувствит. элемент — одномодовый световод 4.

Модуляция света в амплитудных приёмниках связана, как правило, с появлением под действием звука дополнит. потерь оптич. мощности (на изгибах и микроизгибах световода, вследствие изменения числовой апертуры световода, в результате дифракции света на звуке достаточно высоких частот и др.). В приёмниках этого типа применяются как одномодовые, так и многомодовые световоды. Наиб. типичный акустомеханич. преобразователь 4 амплитудного приёмника (рис. 3) представляет собой две зубчатые пластины, между

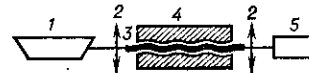


Рис. 3. Амплитудный приёмник звука: 1 — лазер; 2 — объектив; 3 — световод; 4 — акустомеханический преобразователь — зубчатые пластины; 5 — фотоприёмник.

к-рыми помещён волоконный световод. Воздействие звукового давления на пластины вызывает изменение расстояния между ними и соответственно изменение профиля изгиба световода, что приводит к модуляции потерь оптич. мощности в световоде. Чувствительность приёмника зависит от профиля показателя преломления световода, формы изгиба и распределения энергии по модам. Использование пространственных фильтров позволяет возбуждать и детектировать заданные моды и перестраивать таким образом чувствительность приёмника.

Акустич. преобразование в чувствит. элементе О. п. з. удобно характеризовать параметром  $\mu$ , представляющим относит. изменение мощности света  $I$  на выходе световода под действием звукового давления, приведённое к единице длины световода и единице давления:

$$\mu = \frac{\Delta I}{I p L} = \frac{\Delta\phi}{pL}.$$

Этот параметр определяет чувствительность О. п. з.  $M$  [мкВ/Па], к-рая обычно пропорц. длине световода  $L$  и мощности источника света. Наиб. высоким значением  $\mu$  характеризуются, как правило, интерферометрич. приёмники. Напр., для приёмника на основе интерферометра Маха — Цендера с чувствит. элементом в виде кварцевого световода с полиамидным покрытием, навитого на цилиндр из полиуретана, значение  $\mu = 10^{-1} - 10^{-2}$  рад/м·Па. Соответствующий параметр О. п. з. на основе поляризац. модуляции в том же чувствит. элементе прибл. на два порядка меньше.

Достоинствами О. п. з. являются слабая подверженность влиянию эл.-магн. помех, относительно высокая чувствительность и большой динамич. диапазон, возможность стыковки с системами оптич. обработки информации и относит. простота способов построения приёмников с распределёнными параметрами. О. п. з. находят применение в качестве гидрофонов, микрофонов, виброметров. Порог чувствительности, т. е. мин. звуков. давление, обнаруживаемое на фоне собств. шумов, для большинства О. п. з. сопоставим с порогом слышимости (см. Пороги слуха) и уровнем шумов океана и составляет  $\sim 0-40$  дБ относительно 1 мкПа/Гц<sup>1/2</sup>. При этом характерный динамич. диапазон большинства О. п. з. составляет 110—130 дБ. Осн. вклад в собств. шумы О. п. з. дают дробовой эффект в фотоприёмнике и шумы источника света (частотные и амплитудные). Последние преобладают на НЧ (десятки, сотни Гц). Значит. влияние на параметры О. п. з. могут оказы-