

УДК 681.586.5; 681.518

## ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГРАДИЕНТНЫХ МИКРОЛИНЗ

© Куликов А.А., Матюнин С.А.

Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация

e-mail: Aleksey.A.Kulikov@yandex.ru

Градиентная микролинза (также называемая «градан») представляет собой оптический элемент, изготовленный из прозрачного материала (стекла, пластмассы, кристалла), показатель преломления которого неоднороден по всему объему и изменяется в зависимости от координат.

Профиль показателя преломления вычисляется по следующей формуле [1]:

$$n(r) = n_0 \sqrt{1 - (gr)^2},$$

где  $n_0$  – значение показателя преломления на оптической оси «градана»;

$r$  – расстояние от оптической оси до расчетной точки поперечного сечения;

$g$  – постоянная «градана», отражает зависимость показателя преломления по длине.

Профиль показателя преломления наглядно изображен на рис. 1.

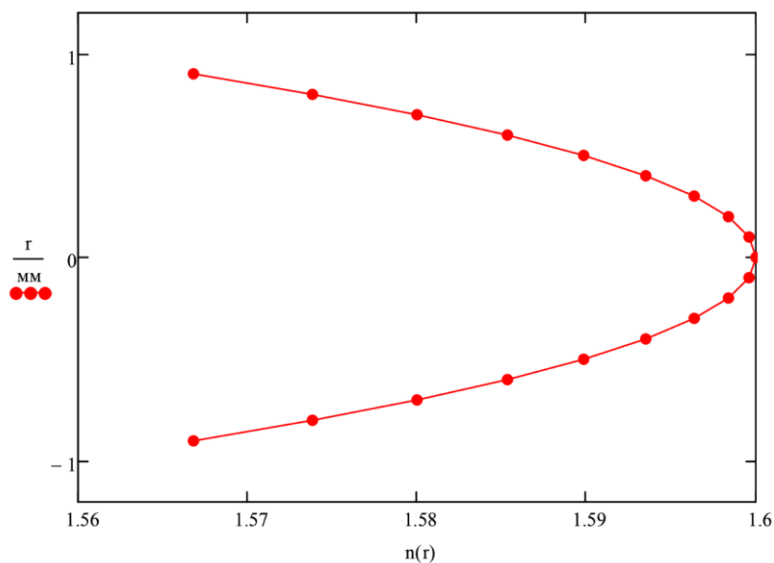


Рис. 1. Профиль показателя преломления

При такой зависимости показателя преломления от расстояния до оси траектория луча, проходящего через градиентную микролинзу, с учетом некоторых допущений может быть описана уравнениями [2]:

$$\rho = r_0 \cos \Omega z + \left( \tan \frac{\theta}{\Omega} \right) \sin \Omega z,$$

$$\tan \psi = \frac{d\rho}{dz} = -\Omega r_0 \sin \Omega z + (\tan \theta) \cos \Omega z,$$

где  $\theta$  и  $r_0$  – значения угла и координаты ввода излучения соответственно;

$\rho$  и  $\psi$  – значения угла и координаты выхода излучения соответственно;

$\Omega$  – постоянная распространения света в «градане».

Для выбора оптимальных параметров чувствительного элемента («градана») датчика была разработана математическая модель. Полученная в ходе работы математическая модель позволяет моделировать ход луча при различных значениях угла и координаты ввода излучения. Результаты моделирования представлены на рис. 2.

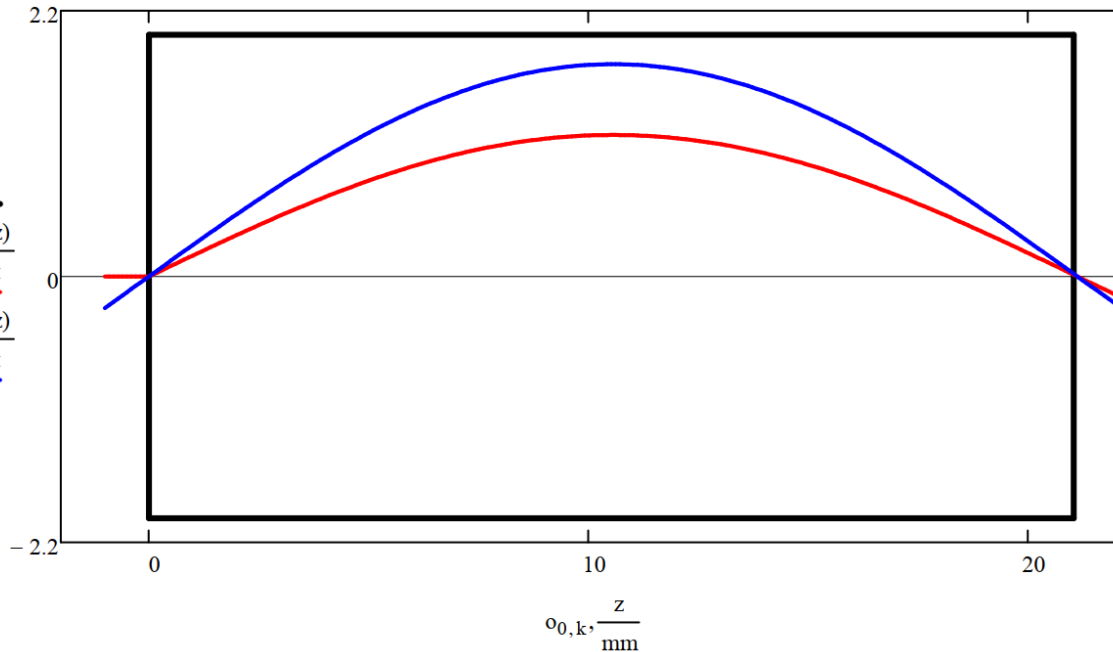


Рис. 2. Моделирование хода лучей в «градане»

Как видно из рис. 2, лучи входящие в торец «градана» по оси под разными углами, фокусируются в точку на другом торце. Этот эффект взят за основу данного датчика.

Принцип работы: в один торец излучается световое излучение, при отсутствии внешнего давления на боковую поверхность «градана» интенсивность светового потока на оси другого торца максимальная; при воздействии внешнего давления на боковую поверхность изменяется оптическая плотность среды, что в конечном итоге приводит к изменению интенсивности светового потока на выходе.

Разработанный датчик давления может быть использован для измерения давления внутри баков ракет-носителей, на трубопроводах, запорно-регулирующей арматуре, различных резервуарах газотранспортных систем, так как он электрически нейтрален, взрывобезопасен и не имеет подвижных частей.

### Библиографический список

1. Васильев Ю.Г. Микрооптические спектральные акустооптические устройства доступа для волоконно-оптических систем передачи // Радиотехника. 1999. № 9.
2. Свечников Г.С. Элементы интегральной оптики. М.: Радио и связь, 1987.