

# ИЗГОТОВЛЕНИЕ МНОГОМОДОВОГО НИЗКОАПЕРТУРНОГО ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА С ГРАДИЕНТНЫМ ПРОФИЛЕМ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ В СОЧЕТАНИИ С РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТЬЮ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СВОЙСТВ

**Азанова И.С.<sup>1,2</sup>, Вохмянина О.Л.<sup>1</sup>, Ладыжец Е.А.<sup>1,2</sup>, Мальцев И.А.<sup>1,2\*</sup>, Поспелова Е.А.<sup>1,3</sup>, Рахматуллина А.Р.<sup>1,4</sup>, Смирнова А.Н.<sup>1,2</sup>, Шаронова Ю.О.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Пермская научно-производственная приборостроительная компания, г. Пермь

<sup>2</sup>Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

<sup>3</sup>Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Научный центр волоконной оптики им. Е.М. Дианова РАН, г. Москва

<sup>4</sup>Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь

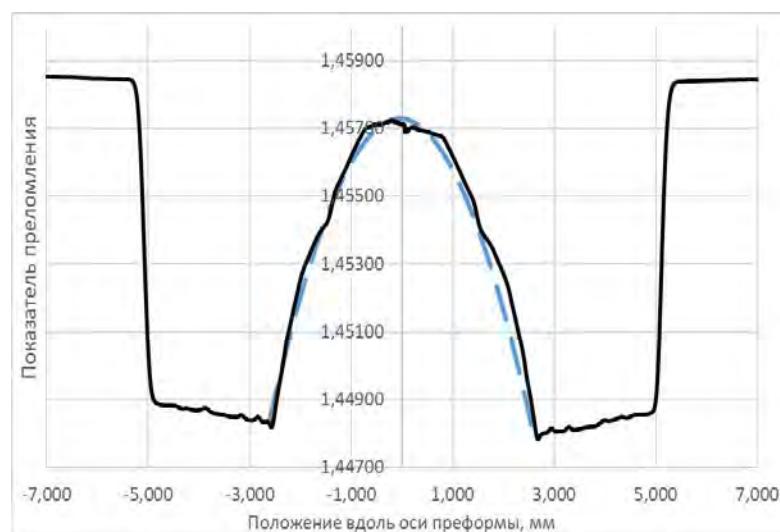
\*E-mail: MaltsevIA@rpppk.ru

В многомодовых низкоапертурных волокнах, изготовленных методом MCVD, был достигнут уровень оптических характеристик аналогичных высокоапертурным многомодовым волокнам, изготовленных методом PCVD. Такой уровень характеристик позволяет использовать данное волокно в датчиках физических величин в качестве среды для передачи сигнала высокой точности.

Низкие оптические потери, сравнимые с оптическими потерями одномодовых волокон, в сочетании с характерным для многомодовых волокон градиентным профилем показателя преломления позволяют использовать их в качестве протяжённых датчиков, предназначенных, например, для нефтяных скважин.

Для использования в скважинах, помимо низких оптических потерь, необходимым качеством волокна является стойкость к повышенным и пониженным температурам. Использование в качестве защитно-упрочняющего покрытия полиимидных лаков позволяет увеличить температуру эксплуатации таких волокон до плюс 300 °C [1].

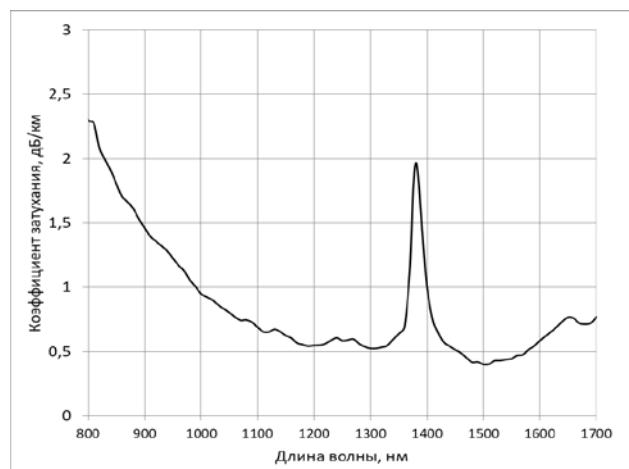
При использовании волокна в качестве бортового кабеля летательных аппаратов необходимым качеством волокна является его стойкость к ионизирующему излучению. Для достижения высокой радиационной стойкости сердцевина многомодового волокна должна изготавливаться из чистого кварцевого стекла, а для получения градиентного изменения профиля показателя преломления необходимо легирование фтором [2].



**Рис. 1. Сравнение ППП преформы с а-профилем**

Профиль показателя преломления преформы представлен на рис. 1. Во фторированных градиентных многомодовых волокнах добиться низкого уровня оптических потерь возможно только при соблюдении определённой формы профиля показателя преломления. При достаточном соотношении фторированной оболочки к сердцевине [3] не происходит перетекания длинноволнового излучения в оболочку, и, как следствие, увеличения оптических потерь. Также от формы профиля показателя преломления зависит ширина полосы пропускания. Максимально приблизив профиль показателя преломления волокна к требуемому нам получилось добиться высоких показателей и этой оптической характеристики.

Таким образом, в многомодовых волокнах, произведённых на ПАО ПНППК достигнут высокий уровень не только оптических характеристик, но также и стойкости волокна к внешним



**Рис.2. Спектр оптических потерь волокна**

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерством науки и высшего образования Российской Федерации. (Соглашение № 075-11-2019-059 от 22 ноября 2019 г.).

## Литература

1. И.С.Азанова и др., Фотоника, 13 (5), 444-451 (2019)
2. П.Ф.Кашайкин и др., Журнал технической физики, 89 (5), 752-758 (2019)
3. S.L.Semjonov et al, Laser Science to Photonic Applications (2010)

воздействующим факторам, что позволяет использовать их в качестве среды для передачи данных при различных условиях использования. Волокно подходит для использования одновременно на трех длинах волн: на 850 нм, на 1300 нм и на 1550 нм. Уровень оптических потерь на 850 нм не превышает 1,8 дБ/км, на 1300 нм – 0,6 дБ/км и на 1550 нм – 0,6 дБ/км. Причем рабочими диапазонами можно считать длины волн от 850 нм до 1350 нм и от 1430 нм до 1650 нм, где оптическое затухание в коротковолновом диапазоне не превышает 1,8 дБ/км на 850 нм и на длинах волн более 1000 нм не превышает 1 дБ/км (рис. 2). Это делает волокно потенциально удобным для использования с большим разнообразием источников излучения ближнего и коротковолнового инфракрасного диапазона.