

## PCVD-метод получения высокоапертурных заготовок кварцевых световодов с повышенным содержанием фтора и утолщенной кварцевой оболочкой

*И. П. Шилов, Л. Ю. Кочмарев, Н. П. Зубков, Д. В. Лапшин*

*Приведены результаты экспериментальных исследований по получению высокоапертурных заготовок кварцевых волоконных световодов с повышенным содержанием фтора (до 7 вес. %) и утолщенной оболочкой на основе кварцевого стекла, легированного фтором, при помощи неизотермической плазмы резонансного локального СВЧ-разряда (PCVD-метод). Достигнуты высокие скорости осаждения слоев кварцевого стекла, легированного фтором (вплоть до 3 мкм/мин), и соотношения  $s/a$  (где  $s$  – диаметр заготовки,  $a$  – диаметр сердцевины) на уровне 1,3–1,4 и выше.*

*Ключевые слова:* СВЧ-разряд, заготовки световодов, плазмотрон, многослойные оптические структуры, кварцевые волоконные световоды.

**Ссылка:** Шилов И. П., Кочмарев Л. Ю., Зубков Н. П., Лапшин Д. В. // Прикладная физика. 2019. № 3. С. 17.

**Reference:** I. P. Shilov, L. Yu. Kochmarev, N. P. Zubkov, and D. V. Lapshin, Prikl. Fiz., No. 3, 17 (2019).

---

**Шилов Игорь Петрович**<sup>1</sup>, зав. лаб., к.т.н.

**Кочмарев Леонид Юрьевич**<sup>1</sup>, с.н.с.

**Зубков Николай Петрович**<sup>2</sup>, нач. сектора, к.т.н.

**Лапшин Денис Владимирович**<sup>1,3</sup>, аспирант.

<sup>1</sup> Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники им В. А. Котельникова РАН.

Россия, 141190, г. Фрязино, Московская обл., пл. акад. Введенского, 1.

Тел. 8(496) 565-25-46. E-mail: laserlab@ms.ire.rssi.ru

<sup>2</sup> АО «НПП «Исток» им. Шохина».

Россия, 141190, г. Фрязино, Московская обл., Вокзальная ул., 2А, корп. 1.

<sup>3</sup> Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева.

Россия, 125047, Москва, Миусская пл., 9.

*Статья поступила в редакцию 2 апреля 2019 г.*

---

© Шилов И. П., Кочмарев Л. Ю., Зубков Н. П., Лапшин Д. В., 2019

### ЛИТЕРАТУРА

1. Артюшенко В. Г., Блинов Л. М., Гуляев Ю. В.,

Дианов Е. М., Прохоров А. М., Шилов И. П. // Известия АН СССР. 1990. Т. 54. № 8. С. 1570.

2. Bachmann P., Geittner P., Leers D., Wilson H. // J. Lightwave technology. 1986. Vol. LT-4. No. 7. P. 813.

3. Блинов Л. М., Блинов А. Л., Володько В. В., Соломатин А. М., Фирсов В. М. Патент РФ № 2036864 от 09.06.1995 с приоритетом от 23.09.1991.

4. Neuberger W., Volodjko V. V., Blinov L. M. Patent US6138478A from 31.10.2000.

5. Бабенко В. А., Григорьянц В. В., Шилов И. П. / Труды X Международной научно-технической конференции «Лазеры в науке, технике и медицине» (Сочи, 1999). С. 71–73.

6. Блинов Л. М., Замоленов А. Т., Курсанов А. В., Лысов Г. В., Петров Е. А. Авторское свидетельство СССР № 876039 от 29.02.1980.

7. Бабенко В. А., Кочмарев Л. Ю., Шилов И. П. Патент на полезную модель № 7428 от 10.07.2008.

8. Artjushenro V. G., Konov V. I., Pashinin V. P., Silenok A. S., Blinov L. M., Solomatina A. M., Shilov I. P., Volodko V. V., Mueller G. J., Schaldach B. J., Ulrich R., Neuberger W. // SPIE. Optical Fibers in Medicine VI. 1991. Vol. 1420. P. 149.

9. Замятин А. А., Маковецкий А. А., Шилов И. П. // Радиотехника и электроника. 2004. Т. 49. № 9. С. 115.

## Fabrication of high numerical aperture quartz light guides preforms with a high fluorine content and a thickened quartz cladding by PCVD method

I. P. Shilov<sup>1</sup>, L. Yu. Kochmarev<sup>1</sup>, N. P. Zubkov<sup>2</sup>, and D. V. Lapshin<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Fryazino Branch of V. A. Kotelnikov Institute of Radio Engineering and Electronics, RAS  
1 Vvedensky sq., Fryazino, Moscow Region, 141190, Russia  
E-mail: laserlab@ms.ire.rssi.ru

<sup>2</sup> Istok R&P Company, JSC  
2A bld, 1, Vokzalnaya st., Fryazino, Moscow Region, 141190, Russia

<sup>3</sup> Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia  
9 Miusskaya sq., Moscow, 125047, Russia

Received April 2, 2019

*The results of experimental studies on the fabrication of high numerical quartz fiberoptic light guides preforms (with a high fluorine content (up to 7 wt. %) and a thickened cladding of quartz glass doped with fluorine) by nonisothermal plasma of resonance local microwave discharge (PCVD method) are given. It is shown that by using a nonisothermal plasma of resonance local microwave discharge at low pressure, it is possible to achieve high deposition rates of fluorine doped quartz glass layers (up to 3  $\mu\text{m}/\text{min}$ ) and the s/a ratio (where s – preform diameter, a – core diameter) at level 1.3–1.4 and higher. That discharge type, which provides an increased efficiency of a microwave plasma-chemical deposition process, was formed using the waveguide-resonator microwave plasmatron on the  $H_{10}$  wave. It should also be noted that in this case the process of fluorinated reflecting cladding deposition occurs at lower temperatures of the quartz support tube wall (1000–1100 °C) than in the case of a pure quartz glass deposition. The presence of cracks in the  $\text{SiO}_2\text{-F}$ -film is not observed even at considerable thicknesses.*

**Keywords:** microwave discharge, light guides preforms, plasmatron, multilayer optical structures, quartz fiberoptic light guides.

### REFERENCES

1. V. G. Artjushenko, L. M. Blinov, Yu. V. Gulyaev, E. M. Dianov, A. M. Prokhorov, and I. P. Shilov, *Izv. AN SSSR* **54** (8), 1570 (1990).
2. P. Bachmann, P. Geittner, D. Leers, and H. Wilson, *J. Lightwave Technology* **LT-4**, 813 (1986).
3. L. M. Blinov, A. L. Blinov, V. V. Volodko, A. M. Solomatin, and V. M. Firsov, RF patent RU2036864 from 09.06.1995 with priority from 23.09.1991.
4. W. Neuberger, V. V. Volodko, and L. M. Blinov, USA patent US6138478A from 31.10.2000.
5. V. A. Babenko, V. V. Grigoryants, and I. P. Shilov, in *Proc. X Intern. scientific-technical conference "Lasers in science, technology and medicine"* (Sochi, 1999), pp. 71–73.
6. L. M. Blinov, A. T. Zamorenov, A. V. Kirsanov, G. V. Lysov, and E. A. Petrov, USSR author's certificate No. 876039 from 29.02.1980.
7. V. A. Babenko, L. Yu. Kochmarev, and I. P. Shilov, Utility model patent No. 7428 from 10.07.2008.
8. V. G. Artjushenro, V. I. Konov, V. P. Pashinin, A. S. Silenok, L. M. Blinov, A. M. Solomatin, I. P. Shilov, V. V. Volodko, G. J. Mueller, B. J. Schaldach, R. Ulrich, and W. Neuberger, *SPIE, Optical Fibers in Medicine VI.* **1420**, 149 (1991).

9. A. A. Zamyatin, A. A. Makovetskii, and I. P. Shilov, *J. Communications Technology and Electronics* **49** (9), 115 (2004).