

Eureka Journal of Computing Science & Digital Innovation (EJCSDI)

ISSN 2760-4993 (Online) Volume 2, Issue 4, April 2026



This article/work is licensed under CC by 4.0 Attribution

<https://eurekaoa.com/index.php/10>

ASSESSMENT OF INSERTION LOSSES IN SPlicing WITH TELECOMMUNICATION OPTICAL FIBERS USING A FIELD SPLICER KIT

Burdin Anton Vladimirovich 1

Zhumanov Khakberdi Akhmedovich 2

Khadzhaev Muhammadzoir Safarmamatovich 2

1. The Bonch-Bruevich Saint Petersburg
State University of Telecommunications

2. Samarkand Branch of the Muhammad al-Khwarizmi
Tashkent University of Information Technologies

1. ABSTRACT

This work presents, for the first time, a twisted microstructured optical fiber (MOF) featuring seven GeO₂-doped capillaries located in the central region of the MOF cross-section, along with induced twisting. A series of tests and measurements were conducted, involving multiple attempts to splice typical telecommunication optical fibers with the fabricated MOFs, accompanied by an assessment of insertion losses. Additionally, spectral characteristics were measured for both individual and grouped WDM (Wavelength Division Multiplexing) channels within a commercially available telecommunication WDM system, utilizing a 2-meter fiber segment to connect various sections of a short-range laboratory fiber-optic link.

Keywords: multilayer hollow-ring core fiber; twisted microstructured optical fiber (MOF); chirality; GeO₂-doped silica support elements; spectral characteristics; splicing of dissimilar optical fibers.

Eureka Journal of Computing Science & Digital Innovation (EJCSDI)

ISSN 2760-4993 (Online) Volume 2, Issue 4, April 2026



This article/work is licensed under CC by 4.0 Attribution

<https://eurekaoa.com/index.php/10>

ОЦЕНКА ВНОСИМЫХ ПОТЕРЬ СРАЩИВАНИЕ С ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ ОПТИЧЕСКИМИ ВОЛОКНАМИ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКТА ДЛЯ ПОЛЕВОГО СВАРОЧНОГО АППАРАТА

Бурдин Антон Владимирович¹

Жуманов Хакберди Ахмедович²

Хаджаев Мухаммадзоир Сафармаматович²

1. Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
2. Самаркандский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий.

1. АННОТАЦИЯ

В этой работе впервые представлено скрученное микроструктурированное оптическое волокно (МСОВ) с семью капиллярами, легированными GeO_2 , расположенными в центральной части поперечного сечения МСОВ, и индуцированным скручиванием. Проведены следующие испытания измерения несколько попыток сращивания типичных телекоммуникационных оптических волокон и изготовленных МСОВ с оценкой вносимых потерь, а также измерения спектральных характеристик как одиночных, так и групповых каналов WDM (Wavelength Division Multiplexing) коммерчески доступной телекоммуникационной WDM-системы с включением длина 2 м для подключения к различным участкам лабораторной волоконно-оптической линии малой дальности.

Ключевые слова: волокно с многослойной полый кольцевой сердцевиной; скрученное микроструктурированное оптическое волокно (МСОВ); хиральность; диоксид кремния опорные элементы, легированные GeO_2 ;



Eureka Journal of Computing Science & Digital Innovation (EJCSDI)

ISSN 2760-4993 (Online) Volume 2, Issue 4, April 2026



This article/work is licensed under CC by 4.0 Attribution

<https://eurekaoa.com/index.php/10>

спектральная характеристика; соединение неодинаковых оптических волокон.

2. ВВЕДЕНИЕ

Основной мотивацией для внедрения описанного выше МСОВ была попытка объединить следующие основные волоконно-оптические структуры: оптическое волокно КПС [1,2] дополненное МСОВ [3,4], комбинация которых рассматривается как одна из наиболее перспективных конфигураций для пространственного мультиплексирования с разделением по орбитальному угловому моменту (АУМ) с разделением по режимам ((Технология SDM/MDM) для оптических сетей [5], и скрученный МСОВ, которые также заявлены в качестве альтернативных решений для волоконно-оптических датчиков и альтернативные волоконно-оптические направляющие системы для передачи режимов ОУМ. Таким образом, мы полагаем, что скрученные МСОВ КПС можно рассматривать как новый сложный волоконно-оптический элемент с уникальными характеристиками и потенциалом для применения как в устройствах управления собственным режимом, так и в устройствах управления ОУМ для применения в оптических сетях и волоконно-оптических датчиках

3. ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ПРИ СРАЩИВАНИИ С ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ ОПТИЧЕСКИМИ ВОЛОКНАМИ

Исследование была сосредоточена на изучении возможности выполнения плавления, изготовленного семи сердцевинного МСОВ легированный GeO_2 с использованием обычных телекоммуникационных оптических волокон в соответствии с ратифицированными рекомендациями МСЭ – Т [6] с помощью имеющегося в продаже набора для сварки плавлением. Мы протестировали полевой сварочный аппарат Fujikura FSM-50S [7] с

Eureka Journal of Computing Science & Digital Innovation (EJCSDI)

ISSN 2760-4993 (Online) Volume 2, Issue 4, April 2026



This article/work is licensed under CC by 4.0 Attribution

<https://eurekaoa.com/index.php/10>

профилем для подготовки торцов сращиваемых оптических волокон использовались система выравнивания (PAS) и высокоточный волоконно-оптический кливер Fujikura CT-30 [8] из того же комплекта. Поскольку наружный диаметр вытянутого семи сердцевинного МСОВ легированный GeO_2 , составляет 125 мкм, что соответствует диаметру оболочки телекоммуникационных оптических волокон, можно использовать обычные комплекты и оборудование для монтажа и измерений оптических сетей. Очевидно, что совмещение семи сердцевинного МСОВ легированный GeO_2 и обычного оптического волокна по центрам сердцевины (или по центру оптического волокна при чрезвычайно низком эксцентриситете сердечника/оболочки) невозможно из-за сложной структуры и геометрии МСОВ, которые “непонятны” для системы PAS.

Поэтому может быть применен только метод “облицовки” или выравнивания по V-образной канавке, который запрограммирован в режиме соединения «ММ-ММ» [7] для соединения многомодовых оптических волокон.

Мы намеренно выполнили серию сращиваний плавлением в режиме «AUTO ММ» [7] без какой-либо коррекции параметров (например, тока дуги, времени дуги и др.), чтобы непосредственно проверить принципиальную возможность сращивания столь неидентичных волокон. Здесь был исследован семи сердцевинного МСОВ легированный GeO_2 , с индуцированным вращением при 300 оборотах в минуту (рис. 1, а), (в)).

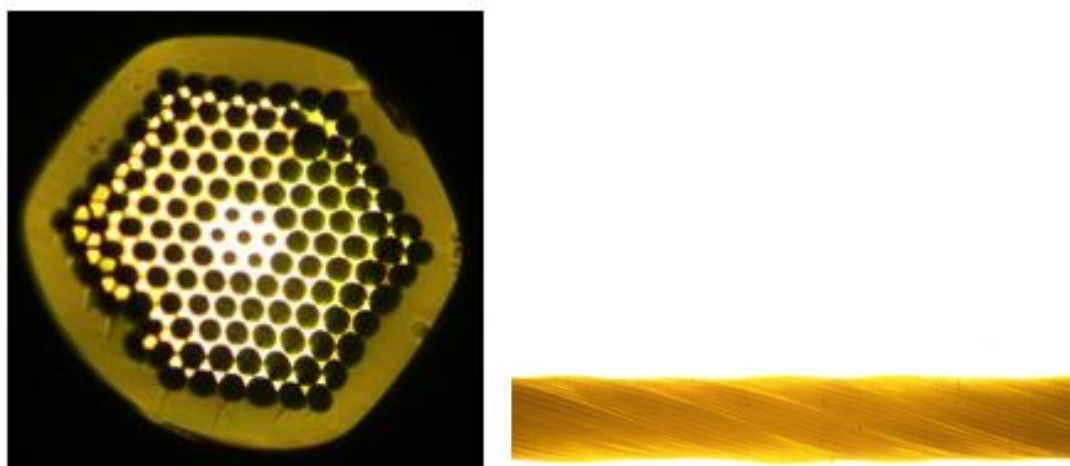
Eureka Journal of Computing Science & Digital Innovation (EJCSDI)

ISSN 2760-4993 (Online) Volume 2, Issue 4, April 2026



This article/work is licensed under CC by 4.0 Attribution

<https://eurekaopenaccess.com/index.php/10>



а)

б)

Рисунок 1. Поперечное сечение изготовленного семи сердцевинного МСОВ легированный GeO_2 , опытных образцов с индуцированным скручиванием: (а) при 300 об/мин и (б) продольное поперечное сечение - скручивание: (с) 300 об/мин.

Во-первых, мы предприняли попытку соединить упомянутое выше семи сердцевинного МСОВ легированный GeO_2 и типичное многомодовое оптическое волокно с градуированным индексом (ММФ) с диаметром сердцевины/оболочки 50/125 мкм. В соответствии с упомянутым выше, был применен режим соединения «AUTO MM». Было предпринято несколько попыток сращивания, однако все они оказались безуспешными (рис. 2, а): зона сращивания сильно искажена, и капилляры ведут в сторону сердечника ММФ. В зоне сращивания образовался микродефект, подтвержденный оптоволоконным визуализатором устройство обнаружения неисправностей (рис.2(б)).

Eureka Journal of Computing Science & Digital Innovation (EJCSDI)

ISSN 2760-4993 (Online) Volume 2, Issue 4, April 2026



This article/work is licensed under CC by 4.0 Attribution

<https://eureka.com/index.php/10>

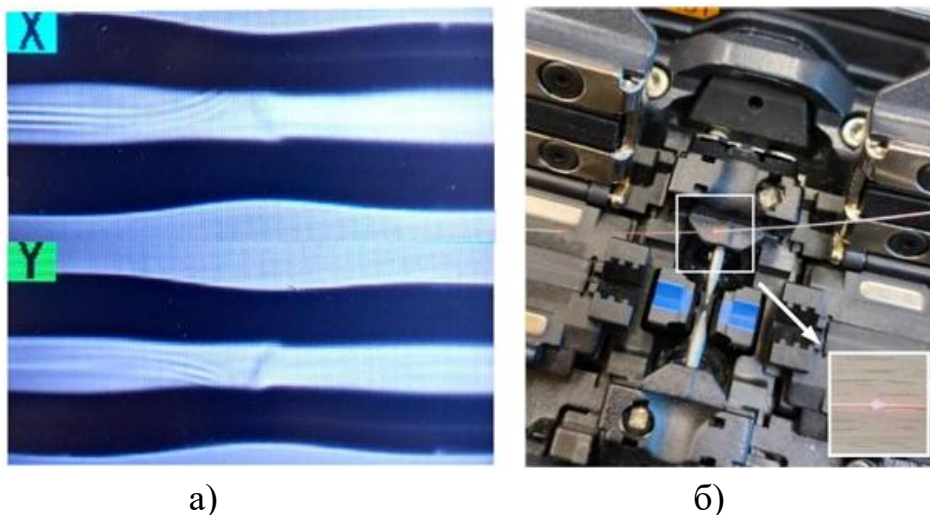


Рисунок 2. Сварка сплавом семи сердцевинного MCOB легированный GeO_2 , с индуцированным кручением при 300 об/мин и MMF 50/125, выполненная компанией Fujikura FSM-50S в режиме «AUTO MM»:

- (а) деформированное неудачное сращивание;
- (б) дефектное сращивание, выделенное “красным” волоконно-оптическим визуальным индикатором неисправностей.

Следующая серия сращиваний плавлением была выполнена для того же образца из семи сердцевинного MCOB легированный GeO_2 и SMF (рекомендация ITU-T G.625) также в режиме «AUTO MM». В отличие от MMF, MF и SMF были сращены без капиллярной деформации MCOB (рис. 3, а)), и зона сращивания выглядит гладкой и неискаженной. Это привело к оценке вносимых потерь исследуемого соединения. Для этой цели мы использовали оптический рефлектометр во временной области (OTDR) и две катушки с косичками длиной 500 м с SMF (рис. 4).

Eureka Journal of Computing Science & Digital Innovation (EJCSDI)

ISSN 2760-4993 (Online) Volume 2, Issue 4, April 2026



This article/work is licensed under CC by 4.0 Attribution

<https://eurekaoa.com/index.php/10>

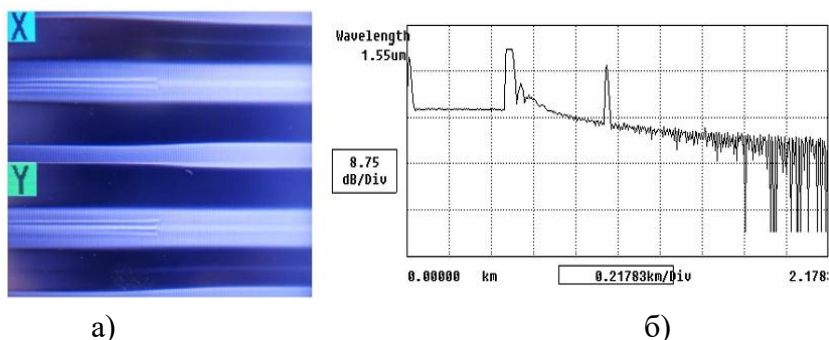


Рисунок 3. Сращивание сплавом семи сердцевинного МСОВ легированный GeO_2 , с индуцированным скручиванием при 300 об/мин и SMF (рекомендация ITU-T G.652), выполненное Fujikura FSM-50S в режиме «AUTO MM»: (а) успешное сращивание сплавом; (б) измеренный с помощью рефлектометра след двух образцов длиной 500 м. Катушки SMF с добавлением 2-метрового материала МСОВ.

Испытанный семи сердцевинного МСОВ легированный GeO_2 , при вращении со скоростью 300 об/мин был соединен между катушками по той же технологии: полевой сварочный аппарат Fujikura FSM-50S работает в режиме сварки «AUTO MM». Трассировка описываемого лабораторного волоконно-оптического канала представлена на рис. 3 (б).

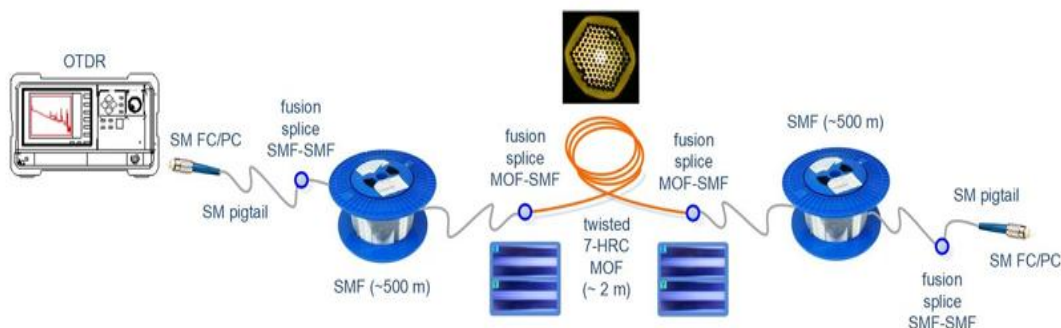


Рисунок 4. Экспериментальная установка для измерения вносимых потерь при двойном сварном соединении семи сердцевинного МСОВ легированный GeO_2 и SMF.

Eureka Journal of Computing Science & Digital Innovation (EJCSDI)

ISSN 2760-4993 (Online) Volume 2, Issue 4, April 2026



This article/work is licensed under CC by 4.0 Attribution

<https://eurekaoa.com/index.php/10>

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе исследована возможность сращивания скрученного микроструктурированного оптического волокна с типовыми телекоммуникационными волокнами с использованием стандартного полевого сварочного аппарата. Установлено, что соединение с многомодовым волокном оказалось неуспешным из-за деформации зоны сварки и появления дефектов, тогда как с одномодовым волокном удалось получить качественное сварное соединение. Полученные результаты подтверждают принципиальную возможность практического применения разработанного МСОВ в волоконно-оптических системах связи и создают основу для дальнейшей оптимизации технологии сращивания и снижения вносимых потерь.

ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Li, Sh., Wang, Ji., “Multi-orbital-angular-momentum multi-ring fiber for high-density space-division multiplexing”, *IEEE Photonics Journal* 5(5), 7101007-1 – 7101007-7 (2013).
- [2] Wang, Yi., Liu, Yu., Zhao, We., Yang, J., Geng, W., Fang, Yu., Bao, Ch., Ren, Yo., Wang, Zh., Liu, Ya.-G., Pan, Zh., Yue, Ya., “Multi-ring-air-core fiber supporting numerous radially fundamental OAM modes”, *IEEE Journal of Lightwave Technology* 40(13), 4420–4428 (2022).
- [3] Buczynski, R., “Photonic crystal fibers”, *Acta Physica Polonica* 106(2), 141 – 167 (2004).
- [4] Liu, Zh., Tam, H. Y., [Selected Topics on Optical Fiber Technologies and Applications. Chapter 1. Fabrication and Sensing Applications of Special Microstructured Optical Fibers], Intechopen (2018).
- [5] Chen, Ch., Zhou, Gu., Zhou, Ga., Xu, M., Hou, Zh., Xia, Ch., Yuan, J., “A multi-orbital-angular-momentum multi-ring micro-structured fiber with ultra-high-density and low-level crosstalk”, *Optics Communications* 368, 27 – 33



Eureka Journal of Computing Science & Digital Innovation (EJCSDI)

ISSN 2760-4993 (Online) Volume 2, Issue 4, April 2026



This article/work is licensed under CC by 4.0 Attribution

<https://eurekaoa.com/index.php/10>

- (2016). [6] Xi, X.M., Wong, G.K.L., Weiss, T., Russell, P.S.J., “Measuring mechanical strain and twist using helical photonic crystal fiber”, *Optics Letters* 38, 5401–5404 (2013).
- [6] [Optical Fibres, Cables and Systems], ITU-T Manual, Geneva, (2009).
- [7] [Fujikura FSM-50S. Arc Fusion Splicer FSM-50S. Instruction Manual. KSP75-FP-004706(4)], Fujikura Ltd., Tokyo (2007).
- [8] [Fujikura. Instruction Manual for High Precision Fiber Cleaver CT-30 Series. KSP75-FP-00548(4)], Fujikura Ltd., Tokyo (2007).