

# Продольное распределение температуры активного волокна в условиях генерации лазерного излучения

**В.Е. Сыпин<sup>1\*</sup>, Н.В. Воронков<sup>1,2</sup>, О.А. Рябушкин<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Научно-техническое объединение «ИРЭ-Полус»

<sup>2</sup>ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН

\*E-mail: vSypin@ntoire-polus.ru

DOI:10.31868/RFL2018.168-169

Выходная мощность современных волоконных лазеров достигает в непрерывном режиме генерации 10 кВт в случае одномодового излучения и 100 кВт в случае многомодового излучения. Увеличение мощности излучения волоконного лазера сопровождается усилением разогрева активной среды. Основной причиной нагрева активного световода является квантовый дефект – разность энергии квантов накачки и генерируемого лазерного излучения, которая преобразуется в тепловую энергию. Дополнительный разогрев волокна происходит также вследствие пассивных потерь излучения накачки и генерируемого излучения, неупругого рассеяния и различных безызлучательных процессов.

Разогрев активного волокна приводит к изменению сечений поглощения и люминесценции активных ионов, что влечет за собой изменение параметров работы лазера: уменьшение выходной мощности излучения, увеличение порога генерации [1]. Увеличение мощности лазерного излучения увеличивает разогрев активного волокна, а это приводит и к изменению волноведущих свойств волокна, что влечет за собой изменение модового состава излучения, а также к деградации защитной полимерной оболочки волокна. Таким образом, температурный контроль является важной задачей для создания источников мощного лазерного излучения, а также для проведения различных температурных исследований активных волокон.

На данный момент в мировой литературе предложено несколько различных способов измерения температуры активного волокна ([2],[3]). Оригинальная методика измерения температуры полимерного покрытия активного волокна недавно была предложена в работе [4].

В предлагаемой работе разрабатывается новый способ измерения температуры активного волокна в условиях генерации или усиления лазерного излучения. Упрощённая блок-схема экспериментальной установки представлена на рис 1.

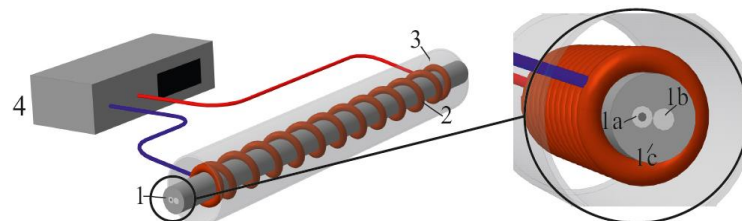


Рис. 1. Схематический участок активного волокна с металлической проволокой.

В данной работе использовался известный тип активного волокна DSCCP (Distributed Side-Coupled Cladding-Pumped) более распространенное название - GTWave волокно [5]. Вокруг полимерной оболочки активного волокна в виде

отдельных отрезков намотана тонкая металлическая проволока. На рис. 1 схематично представлен участок активного волокна с проволокой, где 1a - волокно с жилой, легированной редкоземельными ионами, 1b - волокно для многомодовой накачки, 1c - полимерная оболочка, 2 - медная проволока, 3 – теплоизолирующий цилиндр для уменьшения воздействия внешней среды на участок активного волокна (на волокне намотано N отрезков проволоки), 4 - миллиметр.

Во время лазерной генерации происходит разогрев полимерной защитной оболочки активного волокна, вследствие чего происходит изменение электрического сопротивления металлической проволоки, находящейся в тепловом контакте с полимерной оболочкой. При измерении сопротивления (что легко осуществимо при помощи использования современных миллиметров или мостовых схем) с высокой точностью определяется температура каждого отрезка проволоки. Эти данные использовались для теоретической оценки температуры жилы. На рис. 2 представлены расчетные значения продольного распределения температуры жилы при разных уровнях накачки эрбиевого лазера (в качестве активного волокна использовалось кварцевое волокно, легированное ионами иттербия и эрбия, резонатор образован двумя волоконными брэгговскими решетками, длина волны излучения накачки - 960 нм).

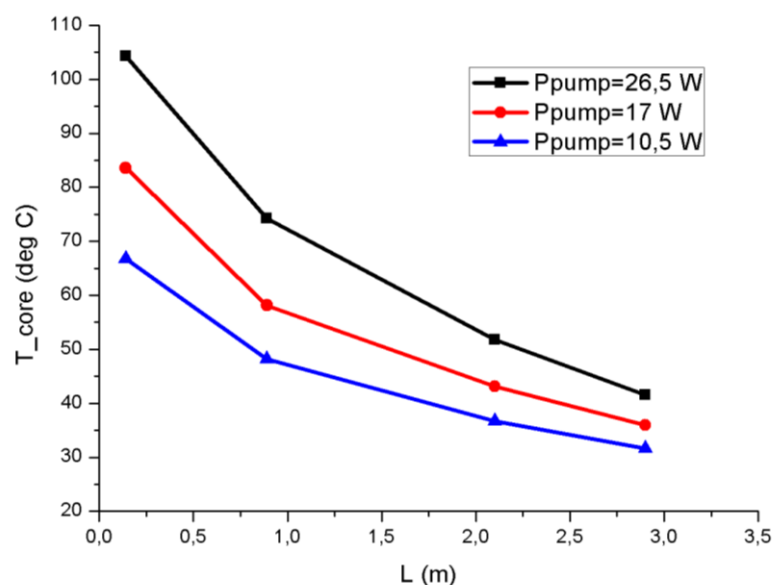


Рис. 2. Продольное распределение разогрева проволоки при разных уровнях мощности накачки эрбиевого волоконного лазера.

В будущем требуется дальнейшее уточнение теоретической модели.

## Литература

- [1] N. Brilliant, K. Lagonik, *Optics Letters* **26**, 1669-1671 (2001)
- [2] F. Beier et al., *Advanced Solid State Lasers (OSA)*, ATh2A.23 (2015)
- [3] Y. Jeong et al., *Optics express* **16**, 19865-19871 (2008)
- [4] O. Ryabushkin, R. Shaidulin, I. Zaytsev, *Optics letters* **40**, 1972-1975 (2015)
- [5] A. Grudin et al., *US patent* № **6826335** (2004)