Влияние УФ-излучения на усилительные свойства легированного эрбием кварцевого волокна, насыщенного молекулярным водородом

А.П. Базакуца*, К.М. Голант, О.В. Бутов

ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН

**E-mail: abazakutsa@gmail.com*

DOI:10.31868/RFL2018.164-165

Разработка волоконных лазеров с распределенной обратной связью (РОС) на основе высоколегированных редкоземельными примесями кварцевых оптических волокон является актуальной задачей [1,2]. Резонатором такого лазера является волоконная брэгговская решётка с фазовым-сдвигом [3]. Запись такой решетки, как правило, осуществляется с помощью излучения лазера УФ-диапазона [3]. Для обеспечения необходимой для записи решетки фоточувствительности сердцевину волоконного световода легируют германием. Однако квантовая эффективность люминесценции эрбия при повышении его концентрации в сетке стекла сердцевины в присутствии германия может снижаться [4], при том, что именно высокая концентрация эрбия в сердцевине световода позволяет создавать волоконные РОС лазеры с коротким резонатором без солегирования ионами Yb. Альтернативным решением вопроса повышения фоточувствительности может являться насыщение активного волокна молекулярным водородом [5]. В работе [6] было описано влияние H_2 на люминесцентные свойства активных волокон. При этом, как показано в [7], воздействие облучения таких волокон УФ требует дополнительного изучения. В нашей работе было проведено исследование влияния ультрафиолетового облучения легированного Er волоконного световода, насыщенного H_2, на его усилительные свойства.

В наших экспериментах исследовалось одномодовое активное оптоволокно из плавленого кварца, легированное эрбием, вытянутое из заготовки, изготовленной с применением технологии SPCVD [8]. Концентрация редкоземельных ионов Er^{3+} в сердцевине волокна, вычисленная из величины поглощения на характерной длине волны 1530 нм 180 dB/m составила $3.74 * 10^{20}$ cm^{-3}. Основным параметром, который исследовался в наших экспериментах, было усиление в активном волокне на длине волны 1550 нм. Измерение проводилось по классическому методу cut-back [3]. Схема эксперимента на рис. 1.

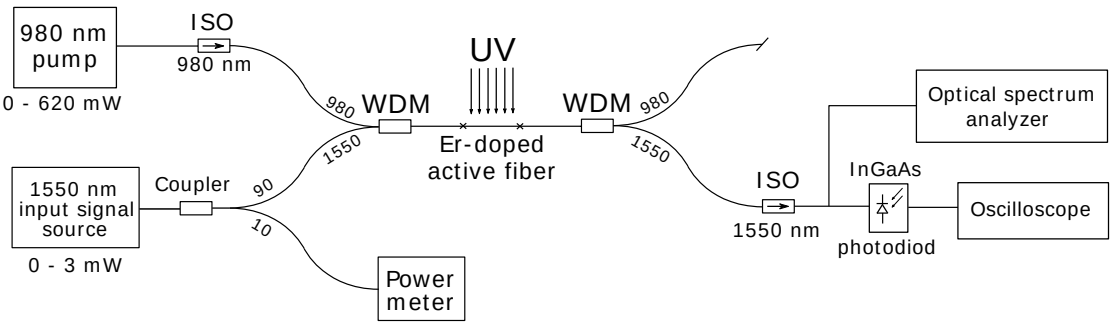

Рис. 1 Схема эксперимента.

На рис. 2 показано усиление малого сигнала (1 □W) в активном волокне до и после насыщения молекулярным водородом, а также спустя различные

интервалы времени после УФ облучения эксимерным лазером на длине волны 193 нм. Доза, полученная каждым образцом, составила 0,75 кДж/ см^2. Как видно из графика, насыщение водородом, равно как и облучение УФ волокон без водорода приводит к небольшому ~ 10% уменьшению усиления, в то время как облучение волокна, предварительно насыщенного молекулярным водородом приводит к уменьшению усиления более чем вдвое при максимальной мощности накачки. С течением времени усиление частично восстанавливается после облучения, что объясняется выходом несвязанного H_2 из волокна.

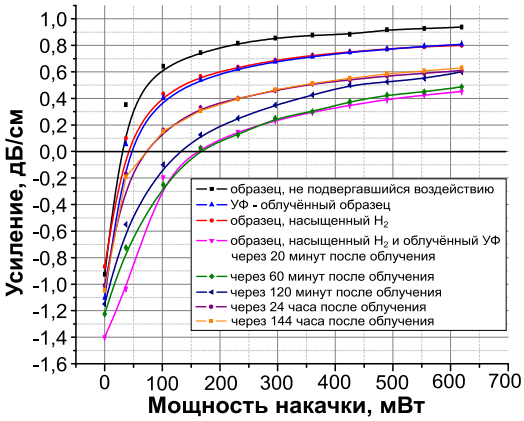

Рис. 2. Изменение усиления с течением времени после облучения УФ насыщенного H_2 волокна.

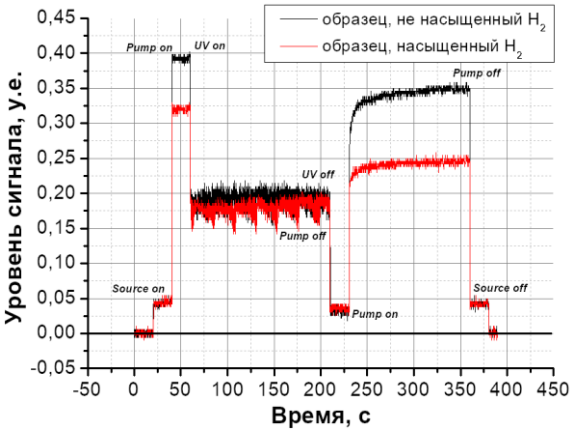

Рис. 3. Изменение усиления в процессе облучения УФ насыщенного H_2 волокна.

Кроме того, было проведено измерение величины усиленного сигнала после образца активного волокна 'in situ' в процессе облучения УФ для насыщенных и не насыщенных молекулярным водородом образцов (рис. 3). Было показано, что в результате УФ облучения насыщенного водородом активного волокна в нём образуются дефекты двух типов. Дефекты первого типа, не связанные с присутствием водорода в сетке стекла, частично распадаются под воздействием излучения накачки на 980 нм, причём характерное время этого распада составляет ~3 с. Дефекты второго типа, ассоциированные с присутствием водорода за рассматриваемый промежуток времени не распадаются.

Работа поддержана Российским Фондом Фундаментальных Исследований (РФФИ) (проект А 17-07-01388)

Литература

[1] M. Sejka, et al, *Electron. Lett.*, **31**, no. 17, 1445–1446, (1995).
[2] S. A. Babin, et al, *Laser Phys.* **17**, 1292–1295 (2007)
[3] Oleg V. Butov, et al, *Journal of the Optical Society of America B*, **34**, No.3, A43-A48, (2017)
[4] A.V.Kholodkov, K.M.Golant, *Semiconductor Device Research Symposium*, 90 – 91, (2003)
[5] O. V. Butov, et al, *Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS)*, St.Petersburg, Russia, 22 – 25, (2017)
[6] A.P. Bazakutsa, K.M. Golant, *Journal of Non-Crystalline Solids*, **411**, 68 – 75, (2015)
[7] Wen Liua,b, John Canning et.al., *International Conference on Optical Fibre Sensors (OFS24)*, Proc. of SPIE, **9634**, 96344F-1 - 96344F-4, (2015)
[8] E.M. Dianov, et al, *Journal of Lightwave Technology*, **13**, No. **7**, 1471 – 1474, (1995)