

## Методика исследования оптоволоконных фокусирующих элементов с целью выбора и оптимизации их параметров

Д.С. Филимоненко, В.М. Ясинский

Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, Минск

E-mail: yasin@dragon.bas-net.by

В ряде случаев важно эффективно и оперативно исследовать оптоволоконные образцы с фокусирующими элементами на торце с целью выбора и оптимизации их параметров. В частности за счет использования различного оптоволокна можно решить задачу оптимизации оптоволоконного интерфейса для построения магнитометра на основе NV центров в алмазе. Оптоволоконный интерфейс обеспечивает эффективный подвод излучения возбуждения люминесценции к частице алмаза и эффективный сбор излучения люминесценции на фотоприемнике [1]. Для реализации этой задачи использовалась экспериментальная установка, схематически представленная на рисунке 1.

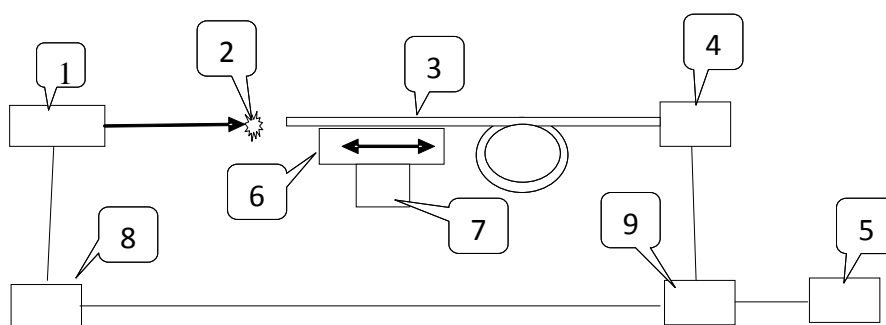


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для измерения интенсивности излучения, собираемого оптоволоконном в зависимости от расстояния между торцом оптоволокна и источником излучения в виде люминесцирующей частицы алмаза

Излучение лазерного диода 1 с длиной волны 532 нм, попадая на частицу алмаза 2, вызывало его люминесценцию в красной области спектра. Часть излучения люминесценции собиралось оптоволоконном 3 и далее попадало на фотоумножитель 4. Сигнал с ФЭУ подавался на синхронный усилитель 9, куда также поступал опорный сигнал с генератора 8. Сигнал с генератора также подавался на управляющий вход блока питания лазерного диода, что приводило к стопроцентной амплитудной модуляции его излучения. Частота модуляции составляла 10 кГц. Выходной сигнал синхронного усилителя наблюдался на цифровом осциллографе 5. Для получения зависимости интенсивности люминесценции собираемой оптоволоконном от расстояния между алмазом и торцом опто-

волокна, оптоволокну крепилось к моторизованному столику линейных перемещений 6, который позволял перемещать торец оптоволокну вдоль оси оптоволокну относительно частицы алмаза. Моторизованный столик, в свою очередь, крепился к трехкоординатному столику 7, что позволяло осуществлять юстировку оптоволокну относительно алмаза по трем координатам.

Метод синхронного детектирования позволяет повысить чувствительность измерений и уменьшить шумы. Ниже представлены две зависимости, полученные на этой установке, для линзы с радиусом кривизны 30 мкм (рис. 2, а) и аксикона на торце оптоволокну с углом при вершине порядка 35 градусов, который используется в качестве оптоволоконного зонда сканирующего ближнеполевого оптического микроскопа (СБОМ) (рис. 2, б). По вертикальной оси отложен сигнал с синхронного усилителя, пропорциональный интенсивности люминесценции.

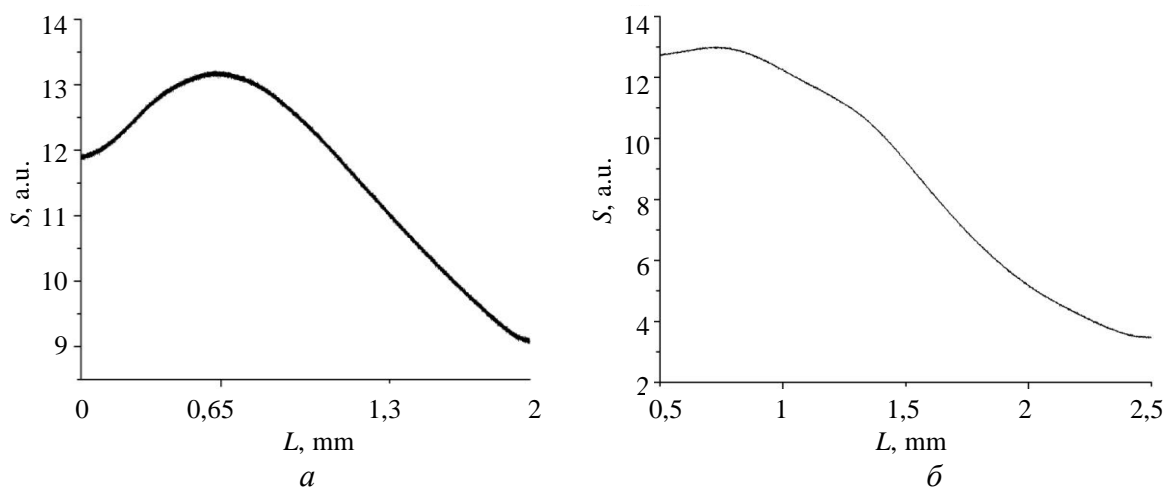


Рис. 2. Зависимость интенсивности излучения, собираемого оптоволокну с диаметром сердцевины 9 мкм и линзой на торце (а) и оптоволокну с диаметром сердцевины 9 мкм и аксиконом на торце (б), от расстояния между торцом оптоволокну и источником излучения в виде люминесцирующей частицы алмаза

Видно, что в случае линзы интенсивность люминесценции сначала растет с увеличением  $L$  и достигает максимума при  $L = 0,65$  мм и далее уменьшается. Полученная слабая зависимость интенсивности от расстояния для волокна с аксиконом может быть использована при реализации новых режимов работы СБОМ. Кроме того этот результат интересен для применения такого зонда в качестве эффективного оптоволоконного интерферометра для измерения малых линейных перемещений.

1. D.S. Filimonenko, V.M. Yasinskii, A.P. Nizovtsev, S.Ya. Kilin. // Semiconductors. 2018. Vol. 52, No. 14. P. 1865–1867.