

УДК 621.373.826:537.312.5:681.7.068

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДУЦИРОВАННЫХ ИЗЛУЧЕНИЕМ Yb,Er:GLASS ЛАЗЕРА ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЖИДКОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДЛЯ ДОСТАВКИ ИЗЛУЧЕНИЯ СМЕННЫХ ОПТОВОЛОКОННЫХ НАКОНЕЧНИКОВ С РАЗЛИЧНОЙ ФОРМОЙ ВЫХОДНОГО ТОРЦА

Нассер Р. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н. Смирнов С.Н. (Университет ИТМО)

Введение. При воздействии на жидкость хорошо поглощаемого в ней лазерного излучения возможна стимуляция гидроакустических процессов, в том числе, кавитации, которая полезна в ряде медицинских применений. Так, в офтальмологии при удалении катарактального хрусталика (лазерная экстракция катаракты) лазерно-индуцированная кавитация увеличивает эффективность его разрушения [1,2], а в стоматологии она является основой технологии лазерной чистки корневых каналов зубов [3].

Параметры стимулируемой парогазовой полости сильно зависят от длительности лазерного импульса, объёмной плотности поглощённой энергии, формы выходного торца оптического волокна, доставляющего излучения. Важным аспектом создания современной лазерной техники медицинского назначения является возможность использования сменных рабочих наконечников. При этом распределение интенсивности на выходе оптоволоконного сменного наконечника может отличаться от распределения на выходе основного волокна доставки излучения. Кроме того, форма выходного торца наконечника может быть оптимизирована для той или иной задачи. Данная работа посвящена моделированию системы согласования основного волокна доставки излучения со сменным рабочим наконечником, макетированию данной системы, а также исследованию особенностей лазерно-индуцированных гидроакустических процессов в зависимости от формы выходного торца сменного оптоволоконного наконечника.

Основная часть. В данной работе было выполнено моделирование оптической системы согласования оптического волокна доставки лазерного излучения со сменным рабочим оптоволоконным наконечником с помощью программы “TracePro”. Исследовано распределение интенсивности излучения на выходе рабочего наконечника, а также плотности поглощённой в воде мощности излучения Yb,Er:Glass лазера.

Был создан экспериментальный стенд, позволяющий визуализировать процессы развития и коллапса лазерно-индуцированной парогазовой полости с помощью высокоскоростной камеры, а также регистрировать перепады давления при помощи гидрофона. В дистиллированную воду через сменный рабочий оптоволоконный наконечник доставлялись одиночные микросекундные импульсы излучения Yb,Er:Glass лазера с длиной волны 1,54 мкм. Исследовались два типа наконечников, отличающихся формой выходного торца - плоской и специальной, полученной путём полировки плоского торца одиночного с двух противоположных сторон. Измерялись и сравнивались различные параметры парогазовой полости, такие, как максимальный размер, время формирования, время коллапса, количество осцилляций полости, а также параметры акустического сигнала – амплитуда пиков, их длительность и количество.

Выводы. Проведено оптическое моделирование согласования основного волокна доставки излучения со сменным рабочим наконечником, на основе которого выбраны варианты формы выходного торца наконечника для экспериментальных исследований. Проведено исследование лазерно-индуцированных гидроакустических процессов в жидкости при доставке излучения Yb,Er:Glass лазера через сменный рабочий наконечник с плоской и специальной формой выходного торца. Установлена зависимость максимального размера и времени жизни, формируемой под действием лазерного импульса парогазовой полости в жидкости, а также параметров акустического сигнала от формы выходного торца сменного

оптоволоконного наконечника.

Список использованных источников:

1. Беликов А.В., Смирнов С.Н., Копаев С.Ю., Немсицверидзе М.Н., Батов Ю.Н., Губин А.Б., Пирожков Ю.Б. Использование пакетов микросекундных импульсов лазерного излучения с длиной волны 1.54 мкм для разрушения катаракты // Квантовая электроника. – 2021. – Т. 51. – № 1. – С. 2–7.
2. Беликов А.В., Смирнов С.Н., Батов Ю.Н., Губин А.Б., Пирожков Ю.Б., Бойко Э.В., Немсицверидзе М.Н. In vitro исследование экстракции катаракты лазерным излучением с $\lambda = 1.54$ мкм в виде пакетов микросекундных импульсов // Квантовая электроника. – 2022. – Т. 52. – № 1. – С. 69–77.
3. De Groot S. D. et al. Laser-activated irrigation within root canals: cleaning efficacy and flow visualization // International endodontic journal. – 2009. – Т. 42. – №. 12. – С. 1077-1083.