

РАЗРАБОТКА КЮВЕТЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА, ВЫЗВАННЫХ *HELICOBACTER PYLORI*

Крупин Д.А. (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»), **Кузнецова**

О.Б. (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Научный руководитель – доцент, к.ф-м.н. Виткин В.В.

(Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Работа направлена на разработку кюветы для получения лазерного излучения от оптического модуля доставки и направления рамановского излучения в оптическую систему, а также для размещения образца в газовой фазе.

Введение. Разработка кюветы проводилась для диагностической системы для вызванных патогеном *Helicobacter pylori* заболеваний желудочно-кишечного тракта. *Helicobacter pylori* является одним из наиболее известных патогенов и возбудителем таких заболеваний, как острый и хронический гастрит, язва и рак желудка. В медицинской практике для диагностирования *Helicobacter pylori* обычно применяются эндоскопическое обследование с последующей биопсией клеток тканей желудка, анализ крови и кала на наличие антигенов *Helicobacter pylori*, а также уреазный дыхательный тест с применением методов масс-спектрометрии и ИК-спектроскопии. Из существующих способов определения предпочтительным является неинвазивная диагностика бактерии по выдоху человека. Методы, применяемые для анализа газовых проб выдоха человека на основе изотопной масс-спектрометрии, имеют существенный недостаток в виде дороговизны оборудования, длительного времени анализа, и сложности пробоподготовки. Методы на основе ИК-спектроскопии обладают более низкой по сравнению с изотопными масс-спектрометрами точностью (90–95 %) получаемых результатов. Для получения более высокой точности разрабатываемой системы необходимо увеличение рамановского сигнала. В связи с этим была разработана кювета.

Основная часть. Кювета необходима для содержания образца выдыхаемого человеком воздуха. Особенность конструкции кюветы заключается в наличии дополнительных оптических элементов. В качестве входного окна кюветы используется асферическая линза, которая одновременно выполняет роль фокусирующего объектива и объектива, собирающего рассеянный рамановский сигнал. Внутри своего корпуса кювета также содержит два сферических зеркала, которые фокусируют лазерное излучение внутри небольшого объема, и за счёт дополнительного прохода лазерного излучения через этот объём повышают его интенсивность, а следовательно и интенсивность рассеянного излучения. Для улучшения газовой схемы в разрабатываемой кювете входящее окно совмещено с асферической линзой, что позволяет уменьшить число границ раздела сред, что уменьшает общие оптические потери. Кювета имеет всего одно окно, что уменьшает количество возможных стоков и истоков и увеличивает общую герметичность системы.

Поскольку разрабатываемая кювета предназначена для измерения выдыхаемого человеком воздуха, то кювета разрабатывается исходя из того, что давление в ней не будет превышать двух атмосфер.

Для обеспечения герметичности в процессе вакуумирования (очистки) окно кюветы будет иметь уплотнение из фторопласта с внешней стороны линзы, и резинового o-ring с внутренней стороны.

Также для повышения интенсивности рамановского сигнала разработана оптическая система, состоящая из асферической линзы и двух сферических зеркал. Излучение лазера

фокусируется асферической линзой внутри объёма кюветы. Первое сферическое зеркало коллимирует излучение и направляет его на второе зеркало. Второе зеркало фокусирует лазерное излучение в той же точке, что и асферическая линза. Применение асферической линзы и пары сферических зеркал позволяет повысить интенсивность лазерного излучения в 4 раза, а следовательно, и интенсивность рамановского излучения в 4 раза, так как интенсивность рамановского сигнала зависит линейно от интенсивности лазерного излучения.

Выводы. Таким образом, за счёт всех предложенных решений суммарное увеличение регистрируемого сигнала увеличится в 4 раза. Увеличение сигнала в 4 раза позволит уменьшить СКО измерения за счёт увеличения отношения сигнал/шум (SNR).

Крупин Д.А. (автор)

Подпись

Кузнецова О.Б. (автор)

Подпись

Виткин В.В. (научный руководитель)

Подпись