# Неразрушающий контроль состояния текущих биологических жидкостей и медицинских суспензий

***Куркова А.Д.1, Проводин Д.С.2***

*аспирант*

*1Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, факультет инфокоммуникационных сетей и систем, Санкт-Петербург, Россия*

*2Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия*

E-mail: alexsa99k@gmail.com

Экспериментальные и теоретические исследования движения потоков жидкостей и различных суспензий являются одной из актуальных задач прикладной физики [1]. Метод рефрактометрии позволяет проводить исследования этих сред, находящихся как в стационарном, так и в текущем состоянии, измеряя их показатели преломления nm, а, следовательно, и концентрацию с высокой точностью.

Ранее в работе [2] была представлена конструкция оптической части рефрактометра, позволяющего проводить бесконтактные измерения текущих жидких сред, на основе трапецеидальной призмы. Полученные результаты показали, что в случае исследование сред, в которых содержатся крупные нерастворимые соединения (например, сок с мякотью, медицинские суспензии и т.д.), наиболее целесообразно контроль их состояния в текущем потоке осуществлять по регистрации положения границы-свет тень на фотодиодной линейке [2]. Значение nm в таких средах постоянно изменяется по объему. Это обстоятельство значительно затрудняет реализацию стандартной методики.

 Проведенные исследования, а также опыт эксплуатации рефрактомера показали, что существует ряд существенных ограничений при определении состояния среды по смещению границы свет-тень, связанных с виньетированием лазерного пучка и снижению степени контраста границы свет-тень. Кроме того, возникло много проблем с герметизацией оптической части рефрактометра при проведении измерений в потоках с большим давлением в трубопроводе и т.д.

Для решения этих задач была модернизирована конструкция оптической части рефрактометра. Основным элементом, который подвергся модернизации, является призма. На основании расчетов была изготовлена новая конструкция призмы из лейкосапфира. Её геометрическая конфигурация и размеры представлены на рис. 1.



Рис. 1 Геометрическая форма и размеры призмы

 Проведенные исследования показали, что новая конструкция призмы позволила использовать для измерений лазерное излучение с плоским углом диаграммы направленности ≈ 22.60. А также перемещать положение полупроводникового лазера вдоль основания призмы в пределах 12 мм, чтобы центр лазерного пучка падал на верхнюю грань призмы, граничащую с потоком текущей среды, под критическим углом αс, которое определяется следующим соотношением:

 αс = arcsin (nm/np) (1)

где np – показатель преломления материала, из которого изготовлена призма.

На рис. 2 в качестве примера представлены зависимости интенсивности лазерного излучения I, регистрируемого фотодиодной линейкой при различных концентрациях калия Nk в текущем водном растворе калийной селитры.



Рис. 2 Распределение интенсивности I по длине фотодиодной линейки d. Графикам 1, 2, 3 соответствует Nk в %: 30; 44; 52.

Полученный результаты показывают незначительное снижение степени контраста границы свет-тень при её смещении (d1 и d3) относительно значения d3 при изменении значения Nk в слое текущего потока жидкости, который соприкасается с верхней гранью призмы. Это позволяет осуществлять подстройку положения лазера относительно основания призмы, чтобы центр пучка излучения лазера падал на верхнюю грань призмы под углом αс. Кроме того, геометрия новой призмы дала возможность применить в оптическом зонде рефрактометра уплотнительную прокладку конической формы. Данная прокладка делает не существенным влияние эффекта виньетирования лазерного пучка на гранях призмы по сравнению с ранее используемой в рефрактометре призмы трапецеидальной геометрии с кольцевой прокладкой. Коническая прокладка также обеспечивает большую надежность уплотнения и герметизацию измерительного зонда, что очень важно при быстрых потоках жидкости с высоким давлением в трубопроводе.

Модернизация оптической конструкции рефрактометра позволила кроме повышения точности контроля состояния текущей среды значительно расширить диапазон изменения температуры Т текущей среды, при которой данный контроль можно осуществлять. Это особенно важно во время непрерывного технологического процесса [2]. Расширение диапазона Т, автоматически означает увеличение диапазона измерения nm для контроля состояния прозрачных сред. Новая конструкция прибора позволяет проводить измерения nm от 1.2246 до 1.6120 с погрешностью 0.0001 в текущей жидкой среде.

**Литература**

1. РозановН.Н*.* Параметрический эффект Доплера при отражении света от движущейся плавной неоднородности среды // Оптика и спектроскопия. 2012. Т. 113. № 5. С. 613.
2. Давыдов В.В., Гребенникова Н.М., Смирнов К.Я. Оптический метод контроля состояния текущих сред с низкой прозрачностью и крупными вкраплениями // Измерительная техника. 2019. № 6. С.37-43.