

ПРОЕКТ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ ДИАГНОСТИКИ С АКУСТООПТИЧЕСКИМ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ КАНАЛОМ

Дрёмин Виктор Владимирович, студент кафедры «ПМиС»,
Новикова Ирина Николаевна, студентка кафедры «ПМиС»,
Жеребцов Евгений Андреевич, аспирант кафедры «ПМиС»
 ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», г. Орёл, Россия

Среди различных инструментальных методов диагностики в медицине оптические методы исследования различных состояний организма на всех его уровнях играют далеко не последнюю роль и продолжают бурно развиваться. Особенно они актуальны в онкологии, поскольку рак является одной из основных причин смерти во многих странах мира, а в некоторых странах стоит на первом месте.

Оптические методы диагностики можно разделить на те, что исследуют строение и состав тканей и те, что исследуют состав продуктов клеточного метаболизма (обмена веществ) в тканях. Среди последних существенную роль играют методы, в основе которых лежит феномен селективного накопления определенных веществ в пролиферирующих (разрастающихся) тканях.

Такие вещества способны флуоресцировать после их возбуждения лазерным излучением. Данный механизм и лежит в основе метода лазерной флуоресцентной диагностики [1].

На сегодняшний день метод имеет ряд проблем, основной из которых является разделение компонентных вкладов во флуоресцентный сигнал от многокомпонентной смеси сложных многоатомных молекул.

Целью работы является создание устройства для лазерной флуоресцентной диагностики с акустооптическим спектральным каналом. В качестве диспергирующего элемента в таком спектрометре предполагается использование акустооптического перестраиваемого фильтра (АОПФ).

Физической основой функционирования АОПФ является дифракция оптического излучения на акустических волнах. Фильтр представляет собой кристалл, в котором с помощью ультразвуковой волны создается объемная дифракционная решетка, производящая селекцию заданной спектральной составляющей оптического излучения. Управление фильтром осуществляется заданием частоты сигнала, подаваемого на излучатель ультразвука.

По сравнению со спектрометрами на основе дифракционных решеток и интерферометров спектрометры на АОПФ обладают рядом достоинств. АОПФ может перестраиваться по длинам волн в произвольной последовательности.

Спектрометры на АОПФ обладают малым весом и размерами за счет отсутствия движущихся частей в их конструкции и электронным механизмом управления. Основной элемент спектрометра, АОПФ, устойчив в отношении толчков, ударов и вибраций, что делает прибор подходящим для

различных условий эксплуатации. Повышается надежность, так как нет перемещений в оптическом узле, следовательно, нет трения и вызванных им поломок.

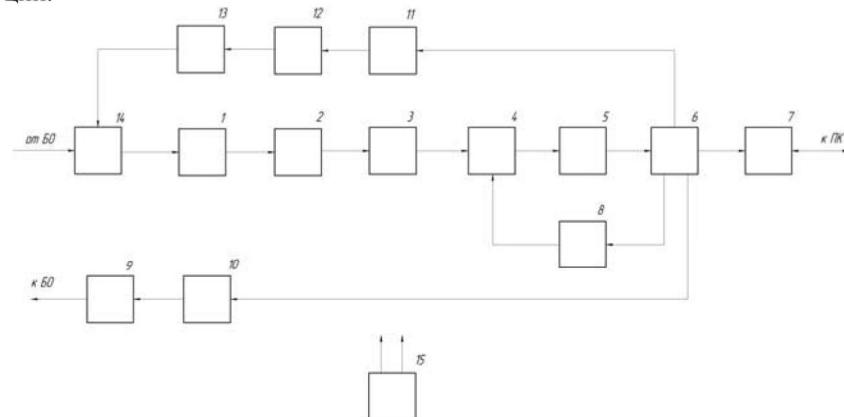
Светосила фильтра во много раз превосходит светосилу приборов на дифракционных решетках.

Исключая инерционность механических элементов, а также, что настройка на фиксированные длины волн является немеханическим процессом, можно сделать вывод, что существенно уменьшается время измерений за счет накопления только информационно-значимых данных, и вместе с тем увеличивается достоверность и точность результатов [2].

Учитывая приведенные преимущества, можно сделать вывод, что использование АОПФ в качестве основной части оптического узла ЛФД достаточно перспективно.

Была разработана структурная схема проектируемого устройства, которая представлена на рисунке 1.

Схема имеет канал лазерного излучателя, номинальное значение длины волны которого, определяется длиной волны возбуждения наиболее важных флуорофоров; канал управления АОПФ, построенный на ИМС прямого цифрового синтезатора, и канал измерения интенсивности флуоресценции.



1 – фотоприемник; 2 – ПТН; 3 – ФНЧ; 4 – усилитель с регулируемым коэффициентом усиления; 5 – АИДП; 6 – МК; 7 – интерфейс связи с ПК; 8 – ЦАП; 9 – лазерный излучатель; 10 – драйвер лазерного излучателя; 11 – прямой цифровой синтезатор частоты; 12 – ФНЧ; 13 – усилитель мощности; 14 – АОПФ; 15 – блок питания

Рисунок 1. Структурная схема устройства лазерной флуоресцентной диагностики

Таким образом, на основе предложенной структурной схемы может производиться дальнейшая конструкторская разработка устройства, реализующего метод лазерной флуоресцентной диагностики – одного из перспективнейших направлений оптической неинвазивной диагностики.

Литература:

1. Оптическая биомедицинская диагностика. В 2 т. Т. 2 / Пер. с англ. под ред. В.В.Тучина. – М., Физматлит, 2007. – 368 с.
2. Магдич Л.Н., Молчанов В.Я. Акустооптические устройства и их применение. – М.: Сов.радио, 1978.

**МОДЕЛИ ПРОЦЕССА НАГРЕВА МЕТАЛЛА
В МЕТОДИЧЕСКИХ ПЕЧАХ**

Ермолов Константин Витальевич,

Климовицкий Михаил Давыдович, д.т.н.

*Московский государственный вечерний металлургический институт,
Россия*

Моделирование процессов нагрева металлов, являясь составной частью задачи построения автоматизированной системы управления нагревом металла, даёт возможность изучения общих закономерностей, присущих определённому классу методических печей, в широком температурном диапазоне и рассмотрения особенностей конкретных печей и сортамента заготовок. С помощью модели нагрева в АСУ нагревательными печами осуществляется наполнение системы информацией о текущей температуре заготовок и её возможной будущей траектории нагрева.

Предъявляемые к системе управления требования создают необходимость согласования с ними точности применяемой модели, так достаточно точная и сложно реализуемая модель может быть не пригодна к использованию в реальной системе управления, тогда как простая модель может не обеспечить необходимого качества управления.

Можно выделить два основных класса моделей процесса нагрева металла. Первый включает в себя модели, описывающие физические законы теплопередачи, а ко второму относятся модели, описывающие зависимости между измеряемыми параметрами, получаемые статистическим путём.

Модели на основе уравнения теплопроводности могут предоставить исчерпывающий ответ на вопрос о качестве нагрева для тел практически любой формы. Если ограничиться описанием нагрева тел наиболее распространённой формы (прямоугольного сечения) и сделать допущения, что металл равномерно нагрет по длине (такое допущение возможно, так как по сравнению с общей поверхностью заготовки площадь торцов мала) и температурное поле печи достаточно равномерно распределено по ширине, а конструктивные особенности печи учитывать в среднем, можно получить следующий вид уравнения теплопроводности:

$$\rho c \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} (k \frac{\partial \theta}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial z} (k \frac{\partial \theta}{\partial z}), \quad (1)$$

где ρ – удельная теплоёмкость;

k – плотность;

λ – теплопроводность;

t – время;

x – координата по толщине заготовки;

z – координата по ширине заготовки.

Начальное условие, описывающее распределение температуры в момент посада заготовки в печь ($t = 0$):

$$\theta(x, z, 0) = \theta_0(x, z). \quad (2)$$

Также в систему уравнений входят некоторые граничные условия.

Модели такого типа достаточно широко распространены и опробованы при моделировании нагрева металла в печах. Решение одномерного уравнения теплопроводности не требует большого числа операций и может быть использовано в контуре управления в темпе с процессом. Однако уже в случае двумерного уравнения теплопроводности сложность вычислений сильно возрастает, таким образом, модели данного типа при своей реализации в темпе с процессом предполагают наличие значительных вычислительных мощностей, применение которых экономически не всегда оправдано.

Модели второго класса обычно основываются на информации о температуре нагрева металла в печи, полученной с помощью пиromетра, измеряющего температуру раската θ_4 . Например для непрерывного стана подобным источником информации выступает пиromетр за черновой группой клетей.

Показания этого пиromетра служат объективным, а зачастую единственным, показателем качества нагрева металла в печах, что говорит о целесообразности применения и допустимости статистических моделей температуры раската θ_4 . Главным достоинством подобных моделей является возможность элементарной проверки их адекватности реальному процессу и их адаптации. Однако весомым недостатком таких моделей является отсутствие возможности непосредственного использования их для определения каких-либо иных величин кроме θ_4 или для изучения новых режимов нагрева.

Наиболее распространенные статистические модели – полиномиальные, т.е. θ_4 аппроксимируется полиномом от параметров, влияющих на нагрев металла в печи и на охаждение на линии печь-пиromетр. Модель θ_4 , при нагреве в четырёхзонной печи:

$$\theta_4 = c_0 + c_1 T_F + c_2 E_F + c_3 T_{F2} + c_4 E_{F2} + c_5 E_{F1} + c_6 T_{F1} + c_7 S + c_8 T_3 + c_9 E_3 E_F, \quad (3)$$