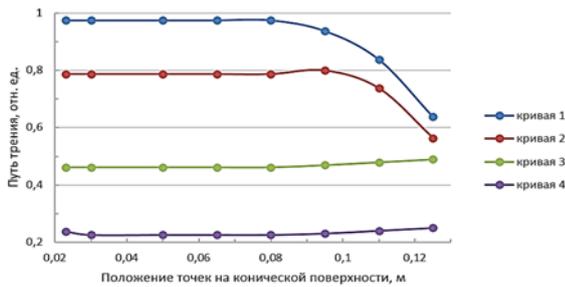
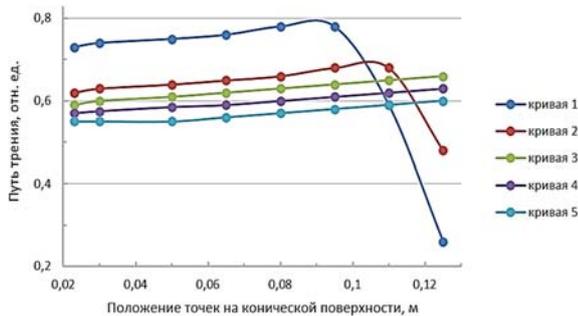


съема припуска при вершине конуса, в результате чего в этом месте детали появляется приподнятость образующей. При размахе 160 мм (кривая 2) размер зоны с отклонением $L_{отн}$ от равномерного распределения, и величина этого отклонения примерно такая же, а в случае $L = 100$ мм (кривая 3) скорость скольжения принимает практически одинаковые значения по всей длине образующей конуса. Однако, если L принять равным 40 мм (кривая 4), то равномерность распределения скорости скольжения ухудшается.



1 – $L = 190$ мм, 2 – $L = 160$ мм, 3 – $L = 100$ мм,
4 – $L = 40$ мм при $\omega_2 = 2,1 \text{ с}^{-1}$, $\omega_n = 1,04 \text{ с}^{-1}$ и $l = 0$ мм

Рисунок 2 – Значения путей трения L в разных точках поверхности



1 – $l = 50$ мм, 2 – $l = 30$ мм, 3 – $l = 20$ мм, 4 – $l = 10$ мм,
5 – $l = 0$ мм при $\omega_2 = 2,1 \text{ с}^{-1}$, $\omega_n = 1,04 \text{ с}^{-1}$ и $L = 100$ мм

Рисунок 3 – Значения путей трения L в разных точках h поверхности

Распределение пути трения в зависимости от величины l смещения траектории возвратно-вращательного перемещения оси симметрии верхнего звена относительно центра инструмента

УДК 535-31

АНАЛИЗ ФУНКЦИЙ МИНИМИЗАЦИИ ИНВЕРСНОГО МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО ПРИ ОПТИЧЕСКОЙ БИОМЕТРИИ ТКАНЕЙ ЭЛЛИпсоИДАЛЬНЫМИ РЕФЛЕКТОРАМИ

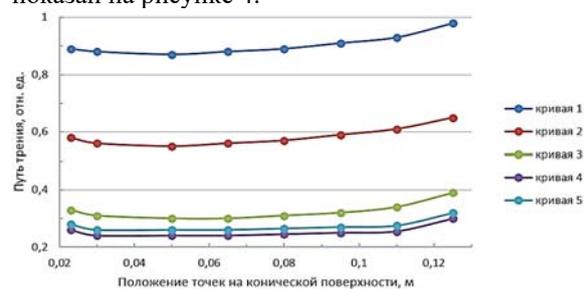
Чавченко К.Б.

Национальный технический университет Украины Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Киев, Украина

Фотометрия эллипсоидальными рефлекторами является методом биофотоники, позволяющая идентифицировать состояние исследуемых биологических тканей путем определения их оптических свойств. К таким свойствам принято от-

приведено на рисунке 3. Полученные данные показывают, что при $l = 50$ мм (кривая 1) имеет место сильное замедление съема припуска в зоне небольшой ширины у вершины конуса. Размер этой зоны и величина отклонения L от равномерного распределения уменьшаются с назначением смещения 30 мм (кривая 2). Если принять $l = 20$ мм (кривая 3), то наблюдается практически одинаковое значение L во всех точках обрабатываемой поверхности. Дальнейшее уменьшение l до 10 (кривая 4) и 0 мм (кривая 5) еще в большей степени способствует выравниванию скорости скольжения.

Характер распределения путей трения для различной частоты вращения инструмента ω_n показан на рисунке 4.



1 – $\omega_n = 3,1 \text{ с}^{-1}$, 2 – $\omega_n = 2,6 \text{ с}^{-1}$, 3 – $\omega_n = 2,1 \text{ с}^{-1}$,
4 – $\omega_n = 1,6 \text{ с}^{-1}$, 5 – $\omega_n = 1,04 \text{ с}^{-1}$
при $\omega_2 = 2,1 \text{ с}^{-1}$, $L = 100$ мм, $l = 0$ мм

Рисунок 4 – Значения путей трения L в разных точках h конической поверхности

Видно, что изменение ω_n при оптимальных L и l существенно влияет на абсолютное значение путей трения и в значительно меньшей степени на ее распределение вдоль образующей конуса. Это значит, что частоту вращения инструмента следует назначить исходя из стадии обработки.

Литература

1. Козерук А.С., Филонов И.П., Климович Ф.Ф. Управление формообразованием прецизионных деталей машин и приборов. Учебное пособие в 4-х частях. Часть 1. Математическое моделирование формообразования прецизионных поверхностей. – Минск : БГПА, 1996. – 146 с.

же отнесенные коэффициенты. Само же определение оптических свойств биологической ткани (БТ) производится различными итерационными методами и является достаточно трудоемкой задачей. Это прежде всего объясняется сложностью структуры самой ткани и многообразием учтенных процессов взаимодействия фотонов в ней.

В оптической биометрии сред большинство исследуемых биологических объектов относятся к оптически мутным неоднородным средам. За счет многократного рассеяния и поглощения в биологической ткани лазерный пучок уширяется и затухает при распространении [1]. Если оптические свойства биологической ткани для отдельной длины волны известны, тогда отраженный и пропущенный свет может быть рассчитан с помощью теории переноса излучения (ТПИ) [2]. Теория переноса излучения рассматривает многократные процессы рассеяния и поглощения, которые описываются стационарным и нестационарным уравнением переноса излучения.

В оптике БТ широкое применение имеют относительно простые методы решения уравнения переноса, такие, как двухпотоковая модель Кубелки-Мунка, трех-, четырех- и семи- потоковые модели. Преимуществом которых является простота и возможность простых расчетов дозы облучения и быстрого определения оптических параметров биоткани (решение обратной задачи рассеяния) за счет снижения точности расчетов [3].

На практике необходима надежная послышная дозиметрия пучка лазерного излучения внутри биоткани. Проблемы оптической диффузной томографии и спектроскопии биообъектов определяют необходимость развития методов решения прямых и обратных задач переноса излучения для сред с произвольной конфигурацией и любыми граничными условиями. Для решения таких задач применяются методы прямого и инверсного Монте-Карло, которые решают численное уравнение транспортного переноса излучения в оптике биотканей.

Моделирование распространения света методом Монте-Карло является гибким, но строгим подходом для имитации распределения света. Метод Монте-Карло базируется на численном моделировании транспорта фотонов в рассеивающей среде. Случайное блуждание фотонов внутри образца биоткани прослеживается от точки влета в образец до его поглощения или выхода из образца. Известные алгоритмы позволяют учесть несколько слоев биоткани с различными оптическими свойствами, конечный размер падающего пучка, отражение света от границ раздела слоев [4-7]. Примерами многослойных биотканей являются кожа, стенки кровеносного сосуда и др.

Инверсный метод Монте-Карло заключается в последовательном пересмотре гипотез о соответствии определенных значений оптических

свойств к БТ, полученных при решении прямой задачи транспортного переноса излучения методом прямого Монте-Карло со спецификой использования для фотометров с эллипсоидальными рефлекторами [5-7], технология изготовления и контроля на данный момент достаточно хорошо разработана [8, 9]. Итерационная процедура повторяется до момента, пока не будут подобраны значения оптических параметров, при которых в результате решения прямой задачи транспортного переноса отклик исследуемой мутной среды будет максимально приближен к экспериментальным данным, полученным при измерении коэффициентов отражения и пропускания [5].

Экспериментально измеренные коэффициенты диффузного отражения, полного и коллимированного пропускания являются исходными данными для определения свойств БТ. Задача расчета этих параметров может быть сформулирована как задача оптимизации, которая состоит в минимизации некоторой целевой функции (критерия оптимизации) путем подбора соответствующих численных значений оптических свойств. Целевая функция представляет собой сумму относительных ошибок определения коэффициентов диффузного отражения и полного пропускания, которые получены при решении прямой задачи на каждом шаге расчета. Новые значения фактора анизотропии и альbedo в каждой итерации поиска оптимального значения определяются методом «золотого сечения».

Подбор целевой функции оптимизации в инверсном Монте-Карло для метода зеркальных эллипсоидов вращения позволяет минимизировать общую погрешность определения оптических коэффициентов полного пропускания и диффузного отражения при реальном и модельном экспериментах.

Для проверки точности функций минимизации с помощью эксперимента были получены оптические свойства для тканей легких и печени свиньи с толщиной, которая обеспечивала близкое к нулю значение коэффициента пропускания, т. е. имитировала полу-бесконечную среду. На основании полученных свойств была проведена серия моделирований для пяти функций оптимизации: модульной (на рис. 1 и рис. 2 метка М), квадратичной (на рис. 1 и рис. 2 метка КВ), квадратичной по дельтам диффузного отражения и полного пропускания (на рис. 1 и рис. 2 метка КВ2), квадратичной по относительным погрешностям суммы диффузного отражения и полного пропускания (на рис. 1 и рис. 2 метка КВ3), логарифмической (на рис. 1 и рис. 2 метка Л).

Основным параметром функций оптимизации была сумма относительных погрешностей коэффициентов диффузного отражения и полного пропускания которые образуют относительную погрешность. Относительная погрешность функций оптимизации для легких свиньи показана на рисунке 1, а для печени свиньи на рисунке 2.

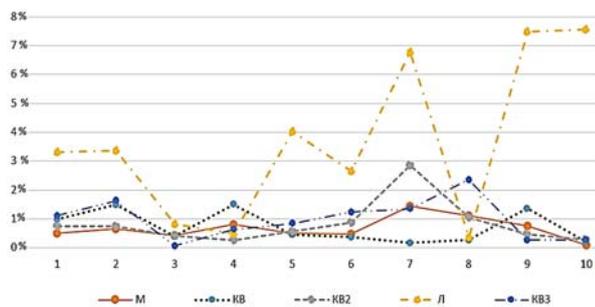


Рисунок 1 – Относительные погрешности пяти функций оптимизации для тканей легких свиньи

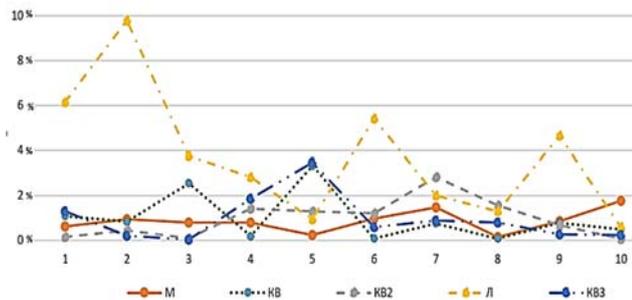


Рисунок 2 – Относительные погрешности пяти функций оптимизации для тканей печени свиньи

Из полученных графиков видно, что для обеих тканей логарифмическая функция имеет наибольшую погрешность. Лучше всего себя проявила модульная функция, которая для обоих случаев имеет наименьшую погрешность без сильных скачков для разных значений коэффициента экстинкции. Рассмотренные виды квадратичной функции минимизации исходя из графиков имеют практически одинаковую погрешность, которая немного больше чем у модульной функции. Таким образом, изменение коэффициента экстинкции не особо влияет на погрешность определения оптических свойств для рассмотренных образцов БТ при использовании метода зеркальных эллипсоидов вращения.

УДК 621.793

АЛМАЗОПОДОБНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ФОТОПРИЕМНИКОВ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Навицкий А.Н.¹, Чекан Н.М.¹, Акула И.П.¹, Щербакова Е.Н.²

¹Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси
Минск, Республика Беларусь

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Введение

При изготовлении высокоточной оптической аппаратуры, такой как телескопы, спектрометры, радиометры, устройства оптического зондирования Земли и др. приборы необходимо использовать поглощающее покрытие, предназначенное для того, чтобы избавиться от шумов, которые появляются при рассеивании света на корпусных деталях оптической аппаратуры.

Литература

1. Тучин В.В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях. Саратов, 1998.
2. Оптическая биомедицинская диагностика. Т.1 / Перевод под ред. В.В. Тучина. – М. : Физматлит, 2006. – 560 с. ISBN 5-9221-0769-0.
3. Тучин В.В. Исследование биотканей методами светорассеяния / Успехи физических наук, том 167. – 1997. – № 5. – С. 517–540.
4. Голубцов А.А. Описание процессов переноса излучения в рассеивающих средах с использованием макроскопических оптических характеристик // Сборник материалов V МНПК – Чебоксары, 2015.

5. М.А. Bezuglyi, N.V. Bezuglaya, I.V. Helich, «Ray tracing in ellipsoidal reflectors for optical biometry of media», Appl Opt., no. 56 (30), pp. 8520–8526, 2017.

6. М.А. Bezuglyi, N.V. Bezuglaya, S. Kostuk, «Influence of laser beam profile on light scattering by human skin during photometry by ellipsoidal reflectors», Devices and Methods of Measurements. 9(1):56–65, 2018.

7. Bezuglyi M., N. Bezuglaya and A. Viruchenko. «On the possibility of ellipsoidal photometry and Monte Carlo simulation to spatial analysis of biological media». Electronics and Nanotechnology (ELNANO), 2017 IEEE 37th International Conference on. IEEE, 2017.

8. Безуглий М.О. Особливості виготовлення еліпсоїдальних рефлекторів фотометрів / М.О. Безуглий, І.І. Сиявський, Н.В. Безугла, А.Г. Козловський // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування. – 2016. – № 2 (52). – С. 76–81.

9. Безуглий М.О. Контроль форми еліпсоїдальних рефлекторів біомедичних фотометрів / М.О. Безуглий, Лінючева О.В., Безугла Н.В., Бик М.В., Костюк С.А // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування. – 2017, № 1 (53). – С. 62–69.

Одним из наиболее эффективных в этом плане материалов является аморфное алмазоподобное углеродное (АПУ) покрытие.

Алмазоподобный углерод относится к тонкопленочным материалам, получаемым вакуумными методами. По своей структуре он представляет собой аморфный материал, в котором атом углерода связан с соседними атомами четырьмя ковалентными sp^3 гибридами-зированными сигма-