

С. А. Исмоилов

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРИНЦИПА КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Метод компьютерной томографии (КТ) оказался весьма востребованным, т. к. он позволяет исследовать органы, их функции и получать важные диагностические сведения для принятия правильных решений в установлении диагноза и последующем лечении. С тех пор значительно изменились технологии, которые стали позволять выполнять более высокоточные аппараты для исследования. Но главной особенностью метода является использование ионизирующего излучения, которое как мы знаем является очень опасным для живых организмов. Особо опасно для студентов и исследователей, которые хотят работать с компьютерной томографией. Чтобы получить базовое знание по компьютерной томографии и безопасно работать с ней, для начала надо работать с лабораторным стендом, который безопасен и безвреден.

Ключевые слова: *изучение принципа рентгеновской КТ, полупроводниковый лазер, радиальный измеритель освещенности, шаговый двигатель.*

Modern CT scanner is a complex system consisting of many components, the maintenance of which requires specialist who is knowledgeable in the technical component of the device and the biological effects of this method of research on the living organism. For training with the skills necessary for teaching special courses and laboratory stands, giving an idea of the principle of operation of such sophisticated diagnostic devices. Thus we made a detailed analysis of X-ray CT, chose prototype for the development of the laboratory stand. Was created block diagram of the laboratory stand, created a 3D model in a specialized software package and developed a system of rotation of the sample and recording the emission of radiation. Finally, we produced prototype of laboratory stand by which students can work and learn how to work with computed tomography in practice.

Keywords: *study of the principle of X-ray CT, a semiconductor laser radial light meter, the stepper motor.*

Компьютерная томография оказалась очень популярной, т. к. она позволяет исследовать органы, их функции и получать важную диагностическую информацию для принятия правильных решений в диагностике и последующем лечении. С тех пор технология значительно изменилась, появились устройства для исследования высокой точности. Но главной особенностью метода является использование ионизирующего излучения, которое, как мы знаем, является очень опасным для живых организмов и особенно опасно для студентов и исследователей, которые хотят работать с компьютерной томографией. Чтобы получить базовые знания компьютерной томографии и безопасно работать с ней, во-первых, мы должны научиться работать с лабораторным стендом, который является безопасным и безвредным.

Методы

В КТ, исследуемый объект неподвижен, а система трубка — детекторы вращается вокруг него. Вращение системы трубка — детекторы — очень сложная задача, для решения которой следует применить множество инженерных решений. Разработать и рамку, на которой будут закреплены система излучения и система регистрации излучения. После чего ее надо сбалансировать. Разработать систему приема-передачи питания и данных, т. к. передача питания и данных по проводам ограничивает вращение системы.

Эти проблемы были решены путем вращения стола с исследуемым объектом, а не системы трубка — детекторы. Система излучения, как и система вращения излучателя и приемника, также подверглась значительному изменению. В качестве сканирующего излучения применено излучение полупроводникового лазера. Это было сделано, во-первых, из соображений безопасности, лазерное излучение много безопаснее рентгеновского, во-вторых, для лазера не требуется высоковольтной схемы питания, в отличие от рентгеновской трубки, и в-третьих, стоимость лазера во много раз меньше стоимости рентгеновской трубки.

Система излучения также подверглась значительному изменению. Возникла задача регистрации видимого диапазона излучения с длинами волн от 600 до 800 нм. Для решения этой задачи был переделан ранее разработанный кафедрой ФМПК и ЭФ радиальный измеритель освещенности. Несмотря на большое число изменений в конструкции, принцип работы лабораторного стенда остался таким же, как и у КТ, — регистрация излучения, прошедшего через исследуемый объект. Разница заключается в том, что в рентгеновской КТ при обработке полученных данных вклад рассеянного излучения в общую картину построения изображения очень мал и практически не учитывается, в отличие от обработки оптического излучения, где отраженным излучением нельзя пренебречь.

Системные требования поворота образца

Основное требование — доступность элементов, из которых будет собрана система вращения. Немаловажным параметром была точность позиционирования, т. к. двигатель должен не просто вращать стол с объектом, а поворачивать его на определенное количество градусов для проведения исследования объекта. Под эти параметры очень хорошо подходит шаговый двигатель.

Система излучения

Система излучения реализована в виде излучения полупроводникового лазера мощностью $W = 5$ мВт, потребляемым током $I = 40$ мА (рис. 1).

После замены рентгеновское излучения на излучение полупроводникового лазера произошло наложение некоторых особых требований к исследуемому образцу и системе регистрации излучения. Образец для исследования должен быть оптически прозрачен для красного диапазона длин волн 620...760 нм. Система регистрации излучения должна быть также восприимчива к диапазону 600...800 нм.



Рис. 1. Полупроводниковый лазер

Выбор был основан на его низкой стоимости, малой мощности и относительной безопасности: низкая энергия излучения не погубит биологическую ткань. В компьютерных томографах 3-го поколения сканирующий луч имеет веерообразную форму. Для преобразования точечного пучка лазера, применили систему отклонения на основе зеркала с закрепленным сзади постоянный магнитом и катушкой индуктивности на некотором расстоянии от системы зеркальце-магнит (рис. 2). При изменении полярности подаваемых сигналов на катушку меняется направление линий магнитной индукции. При одинаковой полярности постоянного магнита и поля катушки индуктивности происходит отклонение системы магнит-зеркальце.

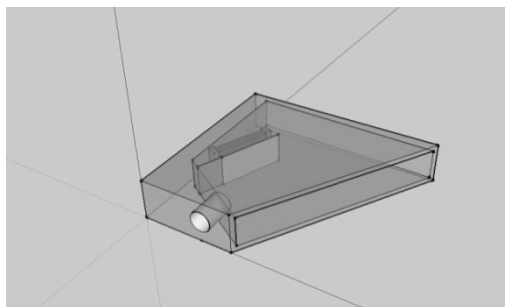


Рис. 2. Система отклонения лазерного луча

Для системы обнаружения основой излучения была использована программа, разработанная кафедрой экспериментальной физики — радиальный измеритель освещенности (РИО). В схему эксперимента были добавлены некоторые изменения, такие как выбор фотоэлектрических элементов, которые получают излучение в требуемом динамическом диапазоне длин волн: изменение геометрической формы обнаружения излучения дуги экспериментально было установлено правильное усиление сигнала съемки и изменить обработку данных программы. Блок фотодиодов представляет собой рамку в виде трети окружности, на которой от 0 до 120° через каждые 11° размещены 11 фотодиодов. В качестве прототипа системы излучения, была взята система излучения рентгеновского КТ 3-го поколения. В 3-м поколении рентгеновского КТ, сканирующий луч имеет веерообразную форму. С учетом внесенных изменений в КТ 3-го поколения, рентгеновская трубка была заменена на полупроводниковый лазер. После замены рентгеновской трубки для полупроводникового лазера, встал вопрос о структуре и форме образцов. Образцы должны быть оптически прозрачным для длин волн от 600 до 800 нм.

Первоначально планировалось произвести образцы из оргстекла с отверстиями, испуская неоднородность объекта

Следующим этапом стал монтаж внутри корпуса лабораторного стенда, распаянных ранее плат драйвера шагового двигателя, управления зеркальцем и системы регистрации. Далее были врезаны в корпус кнопки управления стендом и подведены клеммы питания установки. После окончания работ по сборке лабораторный стенд выглядит следующим образом (рис. 3):



Рис. 3. Внешний вид собранного лабораторного стенда

Для проверки работоспособности установки была применена программа, написанная ранее, для радиального измерителя освещенности. Впоследствии будет разработана специализированная программа для проектируемой установки.

В нашей работе мы решили следующие задачи: анализ принципа работы рентгеновского КТ, произведен выбор поколения рентгеновского КТ, которое будет взято за основу лабораторного стенда, разработана система вращения испытуемого образца, разработана система излучения и разработана система для обнаружения излучения. Решение этих проблем позволило разработать и создать модель лабораторного стенда. Перспективы данной разработки очень большие, т. к. данный стенд позволяет наглядно ознакомиться с методом КТ не только студентам технической специальности, но и студентам медицинского института, которые впоследствии будут работать с настоящими рентгеновскими КТ.

Литература

1. *Розентраух Л. С.* Невидимое стало зримым: успехи и проблемы лучевой диагностики. М.: Знание, 1987. 64 с.
2. *Огородников И. Н.* Микропроцессорная техника: учеб. Изд. 2-е, перераб. и доп. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. 380 с.
3. *Коновалов А. Н., Корниенко В. Н.* Компьютерная томография в нейрохирургической клинике. М.: Медицина, 1988. 346 с.
4. Официальный сайт «Степмотор»: <http://stepmotor.ru/>.