

АНАЛИЗ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТОМОГРАФОВ

А. Ж. Калкабаева, А. Ж. Амиров, Д. Ж. Кайбавсова, Ахметова А. Т.
Томский политехнический университет
kalkabaevaaygerim@mail.com

Мировые тенденции в области медицинского приборостроения в последние годы претерпели значительные изменения. В основном это вызвано необходимостью повышения качества диагностики, что приводит как к созданию новых высокоинформативных диагностических приборов, так и к совершенствованию традиционных технологий. Современный уровень медицинской техники позволяет выявить структурные и функциональные изменения одного и того же органа с помощью устройств, имеющих различный принцип действия, при этом достоверность полученных данных будет сопоставима. В подобных условиях на первое место выходит информационная составляющая исследований. На данном этапе одним наиболее информативных методов является томография, дающая намного больше информации о каждом элементарном объеме исследуемого объекта, чем другие известные методы диагностики.

Среди всех существующих томографических методов особого успеха достигла радиационная (рентгеновская) компьютерная томография (КТ). Компьютерная томография - метод неразрушающего послойного исследования внутренней структуры объекта, был предложен в 1972 году Годфри Хаунсфилдом и Алланом Кормаком, удостоенными за эту разработку Нобелевской премии. Метод основан на измерении и сложной компьютерной обработке разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями.

Современный компьютерный томограф представляет собой сложный программно-технический комплекс. Компания Siemens Medical Solutions представила первый спиральный компьютерный томограф. Спиральное сканирование заключается в одновременном выполнении двух действий: непрерывного вращения источника - рентгеновской трубки, генерирующей излучение, вокруг тела пациента, и непрерывного поступательного движения стола с пациентом вдоль продольной оси сканирования z через апертуру гентри. В этом случае траектория движения рентгеновской трубки, относительно оси z - направления движения стола с телом пациента, примет форму спирали.

Многослойная («мультиспиральная», «мульти-срезовая») компьютерная томография - МСКТ) была впервые представлена компанией Elscint Co. в 1992 году. Принципиальное отличие мСКТ томографов от спиральных томографов предыдущих поколений в том, что по окружности гентри расположены не один, а два и более ряда детекторов. Для того, чтобы рентгеновское излучение могло

одновременно приниматься детекторами, расположенными на разных рядах, была разработана новая - объёмная геометрическая форма пучка. Особенностью подобной системы является возможность сканирования целого органа (сердце, суставы, головной мозг и т.д.) за один оборот рентгеновской трубки, что значительно сокращает время обследования, а также возможность сканировать сердце даже у пациентов, страдающих аритмиями.



Рис. 1. Компьютерный томограф HiSpeed Dual Plus

Для проверки контроля эксплуатационных параметров и характеристик спиральных и мультидетекторных рентгеновских компьютерных томографов с целью контроля качества реконструкции трехмерных изображений предлагается тест-объект (фантом).

Предлагаемая конструкция тест-объекта позволяет контролировать: уровни сигнала и шума, отношение сигнал/шум, однородность поля изображения, а также высококонтрастная разрешающая способность и толщину выделяемого слоя. Также при проведении испытаний проводят оценку частотно-контрастной характеристики (функции передачи модуляции) рентгеновского компьютерного томографа.

При проведении контроля РКТ вначале корпус 1 тест-объекта устанавливают на деке стола пациента, центрируют его таким образом, чтобы он попадал в зону трехмерного (3D) изображения по всей его длине, затем устанавливают требуемую вставку, например вставку 2 или вставку 3, производят заполнение резервуара 1 водой с помощью гибкого шланга, прилагаемого к тест-объекту. Затем, проследив отсутствие воздушных вкраплений, надевают и затягивают крышку специальными винтами.

Для контроля высококонтрастного пространственного разрешения и для контроля толщины выделяемого слоя РКТ, работающего в спиральном режиме, во внутреннюю полость резервуара корпуса 1 тест-объекта устанавливают вставку 2, вы-

полненную в виде алюминиевой пластины 4 с отверстиями 5. Вставку 2 располагают под углом, как показано на фиг.2. Затем резервуар заполняют водой.

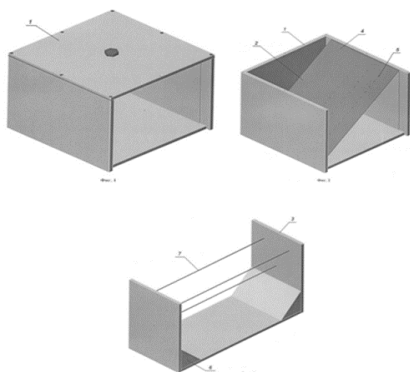


Рис. 2. Тест-объект для РКТ (фантом)

Контролируемые параметры определяют следующим образом. Выполнив сканирование тест-объекта, получают томографическое изображение наклонной алюминиевой пластины 4. Далее используя специальное программное обеспечение, по полученным томографическим изображениям тест-объекта рассчитывают толщину выделяемого слоя рентгеновского томографического изображения и высококонтрастное пространственное разрешение рентгеновской томографической системы.

С помощью вставки 3 моделируется «реакция» томографической системы на δ -функцию, роль которой выполняют вольфрамовые проволоки. По полученным изображениям проволок этой вставки оценивают функцию передачи модуляции (МТФ).

Для проведения контроля во внутреннюю полость резервуара 1 устанавливают жесткую раму 6, выполненную из оргстекла, с вольфрамовыми проволоками 7, например, как показано на рис.2.

Используя специальное программное обеспечение, по полученным томографическим изображениям вольфрамовых проволок 7 указанной вставки 3 рассчитывают функцию передачи модуляции рентгеновской томографической системы.

Для определения параметров: уровень сигнала, шума, отношение сигнал/шум, однородность поля (на уровне числа компьютерных томографических единиц равно нулю), съемные вставки не используют. В данном случае внутреннюю полость резервуара корпуса 1 заполняют водой и проводят операции контроля.

Предлагаемое изобретение имеет существенные преимущества по сравнению с ранее известными системами контроля: возможность контроля качества реконструкции трехмерных изображений при достаточно простой конструкции самого устройства контроля (тест-объекта).

Тест-объект для контроля эксплуатационных параметров и характеристик рентгеновских компьютерных томографов, содержащий объемный корпус из оргстекла, заполненный водой и снабженный съемными вставками, выполненными с возможностью установки в его полости, отличающийся тем, что объемный корпус выполнен в форме прямоугольного параллелепипеда со съемной крышкой, снабженной отверстием для заполнения его водой, одна из съемных вставок выполнена в виде плоской алюминиевой пластины прямоугольной формы толщиной 0,9-1,0 мм, с возможностью установки ее в полости корпуса под наклоном и имеет сквозные отверстия разного диаметра в диапазоне от 0,5 до 2,5 мм, выполненные по всей длине пластины с шагом 0,5 мм, а другая - в виде жесткой объемной рамы из оргстекла, во внутренней полости которой размещены вольфрамовые проволоки диаметром 0,1-0,5 мм, и жестко центрирована внутри резервуара посредством цилиндрических втулок.

Распределение поглощенной дозы рентгеновского излучения в теле пациента при проведении медицинского исследования методом компьютерной томографии существенно отличается от других рентгенологических процедур. Для определения эффективной дозы облучения пациентов при проведении компьютерной томографии используют фантомы. Для более точных результатов тест-объекты различных размеров для взрослых и для детей.

Фантом представляет собой прочный параллелепипед из оргстекла размером 30x30x30 см для взрослых (или 20x20x20 см для детей). На расстоянии 5 см от передней поверхности закреплена цилиндрическая трубка-адаптер, в которую помещается ионизационная камера. Адаптер изготавливается так, что отсутствуют воздушные зазоры между камерой и стенками адаптера. Центр чувствительного объема камеры точно соответствует пересечению линий на передней поверхности фантома. Вывинчивающаяся пробка в стенке фантома позволяет заливать внутрь фантома воду. Наличие двух специальных резиновых камер в фантоме обеспечивает полное заполнение фантома водой и отсутствие воздушных пузырей в диапазоне температур от 5 до 35 °С и давлении от 710 до 790 мм.рт.ст. Фантом может использоваться как для горизонтальных, так и для вертикальных пучков.

Список использованной литературы:

1. Сойко А.И., Каратаев Р.Н. Поверочные установки измерителей компьютерных томографов. Казань: Изд-во Казан, гос. техн. ун-та: Отечество, 2009. 132 с.
2. Патент RU №2126935 «Комбинированный фантом для компьютерной томографии»