

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТОМОГРАФИЧЕСКИХ СКАНЕРОВ КАК СИСТЕМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Ивашков Д.В., Батрагин А.В.

Научный руководитель: Стучебров С.Г., зав.лабораторией

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: ivashkovdv@gmail.com

В современных условиях томографические сканеры зачастую нуждаются в комплексной оценке производительности, которая позволяет сравнивать установки с различными характеристиками и стандартизировать их. Качество и информативность получаемого с помощью установки изображения определяется параметрами фокального пятна рентгеновской трубки: размерами, формой и величиной дрейфа; параметрами детектора: контрастным и пространственным разрешением и отношением сигнал/шум; особенностями применяемого алгоритма реконструкции и погрешностями механической системы. Оценка осложняется тем, что производители зачастую не указывают вышеперечисленные характеристики, либо заявленные значения не совпадают с действительными. Таким образом, для получения полной информации о производительности системы, необходим ряд экспериментов для определения действительных значений вышеперечисленных параметров.

Одной из ключевых характеристик томографических и радиографических цифровых систем является нерезкость получаемого изображения или результирующая нерезкость, которая используется наряду с пространственным разрешением и является обратной ему величиной. В рамках эксперимента была оценена результирующая нерезкость двух томографических систем, разработанных в Томском политехническом университете. Системы оснащены разными детекторами и источниками излучения (таблица 1).

Таблица 1. Составные части томографических систем TOLMI-150-10 и Орел-МТ

Томографическая установка	TOLMI-150-10	Орел-МТ
Рентгеновская трубка	РАП-150МН	X-RAY Worx XWT 160-TC
Цифровой матричный детектор	Remote RadEye200 (пиксель 96 мкм)	PaxScan 2520V (пиксель 127 мкм)

Измерение размеров фокального пятна

Стандартные методы [1] подразумевают

косвенное определение размеров фокального пятна с помощью измерения геометрической нерезкости граней проекций облучаемого объекта при относительно высоком оптическом увеличении. В качестве тестового объекта используется вольфрамовая проволока диаметром $1\pm 0,01$ мм. Оптическое увеличение выбирается в пределах от 20 до 100 в обратной зависимости от размеров фокального пятна.

Измерения проводятся отдельно для горизонтального и вертикального направлений. Для томографа TOLMI-150-10 с аппаратом рентгеновским микрофокусным РАП-150МН при различных значениях напряжения трубки, размеры фокального пятна (при заявленных $50\pm 10\%$ мкм) представлены на рис. 2. Для томографа Орел-МТ размеры фокального пятна при максимальном токе анода, который считается режимом без фокусировки, составил 20 ± 1 мкм в обоих направлениях. Размер фокального пятна в рабочих режимах, т.е. на средних и пониженных токах анода, не может быть измерен по данной методике. Таким образом, размер фокального пятна не превышает 20 мкм во всех режимах работы трубки.

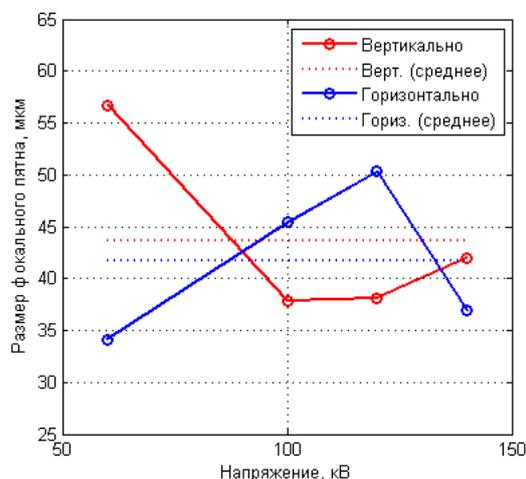


Рис. 1. Размеры фокального пятна, измеренные для TOLMI-150-10 при разном напряжении и средние значения.

Определение нерезкости детектора

Матрица детектора характеризуется тремя основными параметрами: контрастной чувствительностью, отношением сигнал/шум и базовым пространственным разрешением, которое, в свою очередь, требуется для вычисления общей нерезкости.

Для определения базового пространственного разрешения детектора используется дуплексный проволочный индикатор качества изображения IQI – Image Quality Indicator [2]. Методика проведения измерений изложена в [3].

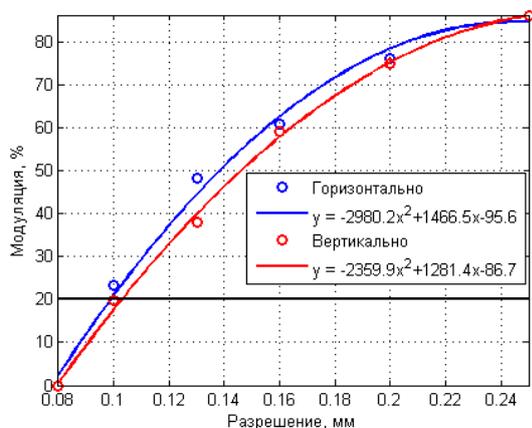


Рис. 2. Результат интерполяции SR_b в горизонтальном и вертикальном направлениях (TOLMI-150-10, напряжение трубки - 90 кВ)

Для используемой в томографе TOLMI 150-10 матрицы Rad-ikon Remote RadEye200 с размером пикселя 96 мкм интерполированное базовое пространственное разрешение iSR_b составило 99 мкм и 103 мкм в горизонтальном и вертикальном направлениях соответственно. Томограф Орел-МТ с матрицей Varian PaxScan 2520V с размером пикселя 127 мкм показал следующие результаты: 162 мкм и 186 мкм в горизонтальном и вертикальном направлении.

Определение общей нерезкости установки

Нерезкость получаемого изображения U_{im} может быть оценена из оптического увеличения v , геометрической нерезкости U_G и базового пространственного разрешения детектора SR_b [3].

Нерезкость изображения для конкретной установки является функцией только одной переменной – геометрического (оптического) увеличения. Представив на одном графике зависимости геометрической нерезкости и нерезкости изображения как функций увеличения, по их пересечению можно определить минимальную нерезкость установки и необходимое для этого геометрическое увеличение (рис. 3 и 4)

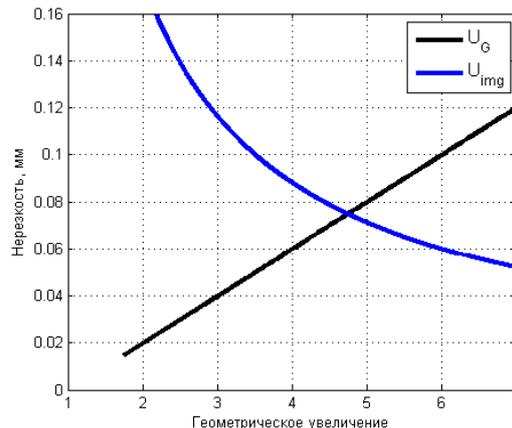


Рис. 3. Орел-МТ: точка пересечения соответствует минимальной нерезкости - 0,075 мм при увеличении 4,75 раз. Размер пикселя изображения - 27 мкм. (Из расчета, что фокальное пятно равно 20 мкм)

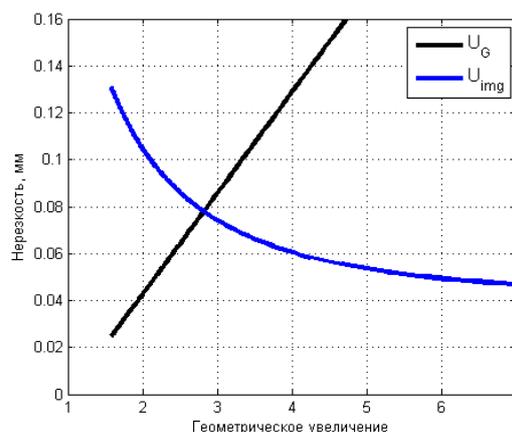


Рис. 4. TOLMI: минимальная нерезкость - 0,08 мм при увеличении 2,8 раз. Размер пикселя изображения - 35 мкм.

Выводы

Таким образом, система Орел-МТ показала лучшую производительность по показателю общей нерезкости. Ключевое значение оказывает размер фокального пятна рентгеновской трубки (20 ± 1 мкм для Орел-МТ против 43 ± 1 мкм для TOLMI-150-10)

Список литературы

1. BS EN 462-5:1996 Non-destructive testing. Image quality of radiographs Image quality indicators (duplex wire type), determination of image unsharpness value
2. Duplex IQI EN462-5 /ASTM E2002-98 for industrial NDT radiography
3. BS EN ISO 17636-2:2013 Non-destructive testing of welds. Radiographic testing X- and gamma-ray techniques with digital detectors