

# МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ УУКМ ПРИ ПОМОЩИ ДЕТЕКТОРНОЙ МАТРИЦЫ SHADO-O-BOX

*Н.В. Монич*

*Томский политехнический университет*

*Научный руководитель: Капранов Б.И., д.т.н., ведущий эксперт кафедры  
физических методов и приборов контроля качества*

Среди методов неразрушающего контроля (НК) качества материалов и изделий значительное место занимает радиационный контроль с использованием рентгеновского излучения. Радиационным методам и системам отдают предпочтение при контроле качества сварных и паяных соединений; контроле качества литья, газо- и нефтепроводов; элементов и конструкций автомобильного, железнодорожного и авиационного транспорта; агрегатов химического и энергетического машиностроения.

В последние годы произошли качественные изменения в системах радиационного НК прежде всего благодаря появлению новых детекторов радиационных изображений, а также интенсивному внедрению цифровых технологий получения, обработки и анализа изображений. При использовании таких детекторов рентгеновское излучение, прошедшее через контролируемый объект, с помощью электронных средств преобразуется в электрические сигналы, которые затем оцифровываются, обрабатываются и используются для формирования цифрового изображения контролируемого объекта. Цифровое изображение объекта содержит информацию о его внутренней структуре и может формироваться непосредственно во время просвечивания, т. е. в реальном времени. Такой метод радиационного контроля называют цифровой радиографией.

Отличительной особенностью цифровой радиографии является отсутствие промежуточных носителей информации (радиографических пленок, запоминающих пластин), которые требуют длительных операций экспонирования, обработки и считывания информации. Соответственно отсутствие таких промежуточных носителей позволяет значительно повысить производительность и снизить стоимость радиационного контроля. Цифровое изображение может быть обработано для улучшения снимка, имеется возможность хранения и копирования снимка (в т. ч. передача его в любую точку мира с сохранением его качества без существенных затрат).

Для оптимизации режимов цифровой радиографии для контроля изделий из углерод-углеродного композиционного материала (УУКМ) заранее были определены наилучшие четкости изображения просвечиваемого проволочного эталона для рентгеновых лучей, генерируемых

при напряжениях 80, 60 и 40 кВ на рентгеновской трубке рентгеновского аппарата РАП-150МН. На каждом из этих напряжений была произведена калибровка детекторной матрицы и затем в качестве просвечиваемого объекта использовалась пластина из УУКМ толщиной 10 мм.

Практическим путем, изменяя время экспозиции, были получены наилучшие изображения просвечиваемого объекта при напряжениях 80, 60 и 40 кВ на рентгеновской трубке.

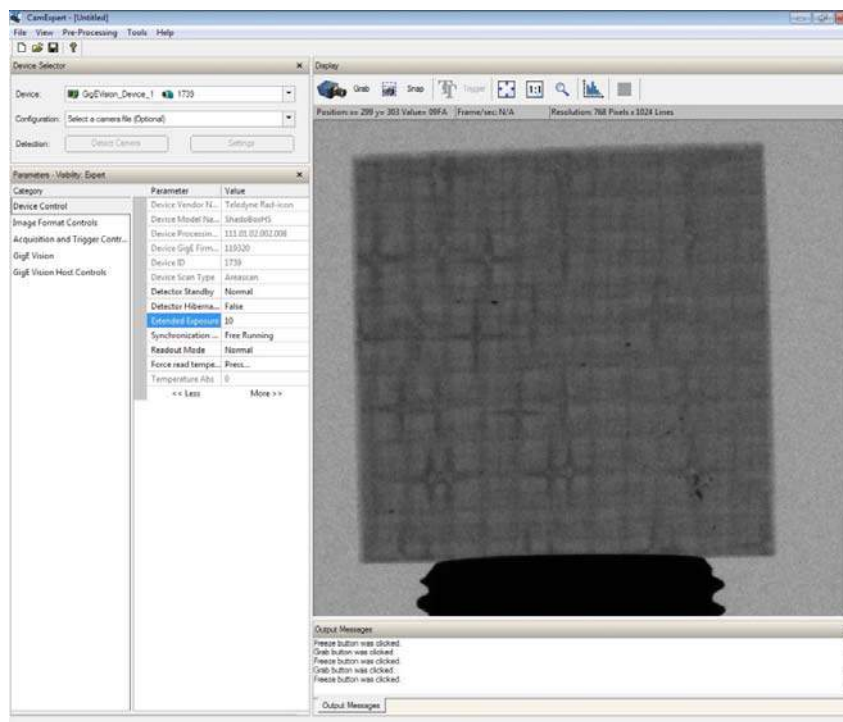
Для получения таких изображений необходимо установить следующие значения (Value) в панели Параметры (Parameters) для детекторной матрицы в вкладке Управление устройством (DeviceControl):

- Detector Standby – Normal;
- Detector Hibernation – False;
- Extended Exposure – 10 / 1000 / 15000;
- Synchronization Mode – Free Running;
- Readout Mode – Normal.

Таблица 2

*Режимы работы рентгеновского аппарата для контроля изделий из УУКМ толщиной 10 мм*

Анодное напряжение $U_a$ , кВ	Анодный ток $I_a$ , мкА	Время экспозиции $t$ , мкс
80	95	10
60	75	1000
40	55	15000



*Рис. 1. Изображение пластины из УУКМ при анодном напряжении 60 кВ, анодном токе 75 мкА, времени экспозиции 1000 мкс*

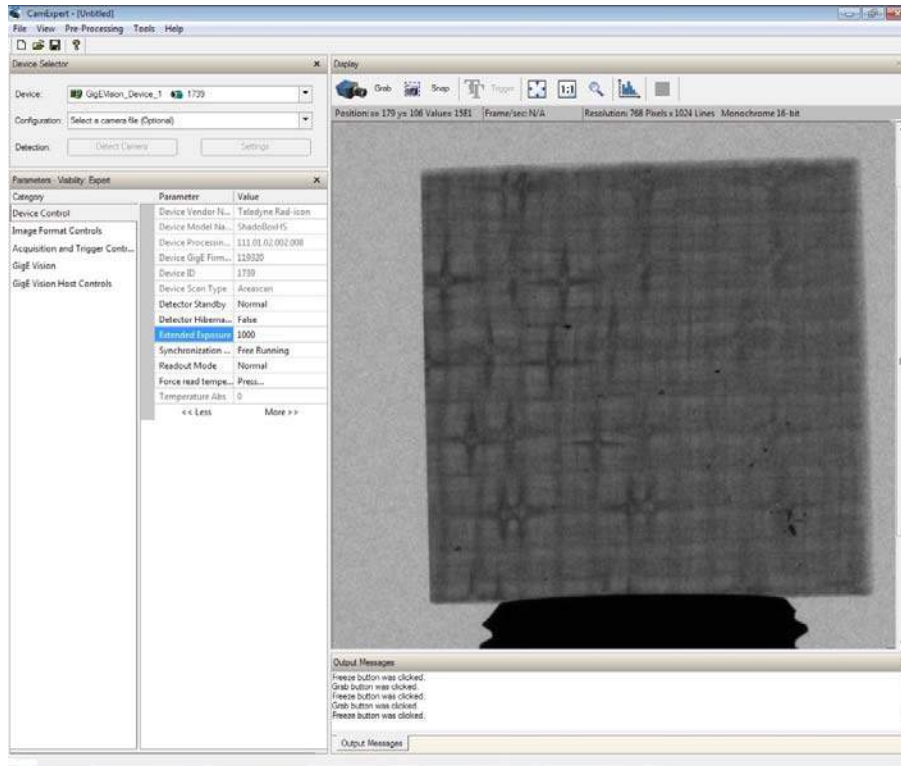


Рис. 2. Изображение пластины из УУКМ при анодном напряжении 80 кВ, анодном токе 95 мкА, времени экспозиции 10 мкс

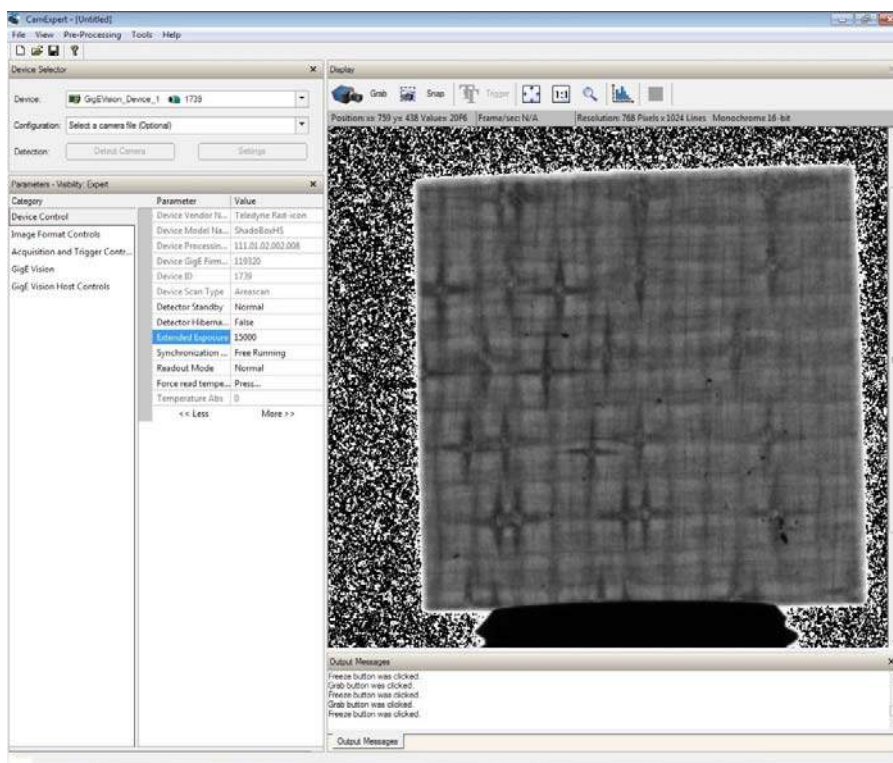



Рис. 3. Изображение пластины из УУКМ при анодном напряжении 40 кВ, анодном токе 55 мкА, времени экспозиции 15000 мкс

## 2.2. Методика работы с детекторной матрицей Shado-o-Box.

1. Включите детектор.

2. После включения детектора программа CamExpert автоматически обнаружит детектор. Это может занять до 30 секунд. Подождите, пока индикатор подключения детектора на панели задач (показан внизу) подтвердит, что соединение было установлено (красный крест на иконке камеры исчезнет) .

*Примечание:* детектор оснащён цветным светодиодом, который используется для отображения статуса детектора. Таблица, приведённая ниже, отображает состояния детектора и соответствующие состояния светодиода.

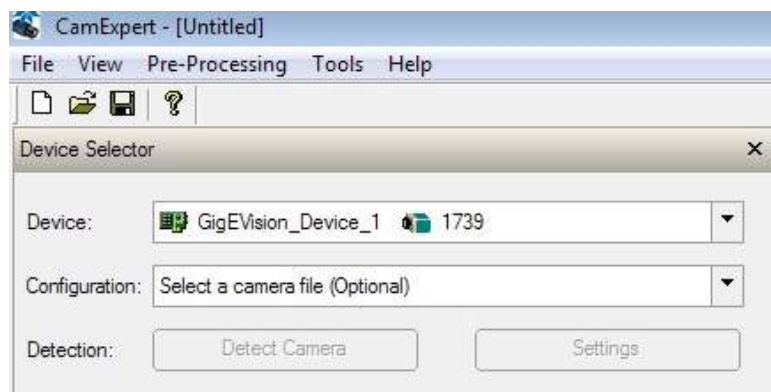
Таблица 3

*Состояния детектора*

Цвет светодиода	Значение
Выключен	Нет питания
Зеленый	Детектор находится в рабочем состоянии
Красный	Питание подключено, спящий режим или режим ожидания

3. Запустите ПО CamExpert.

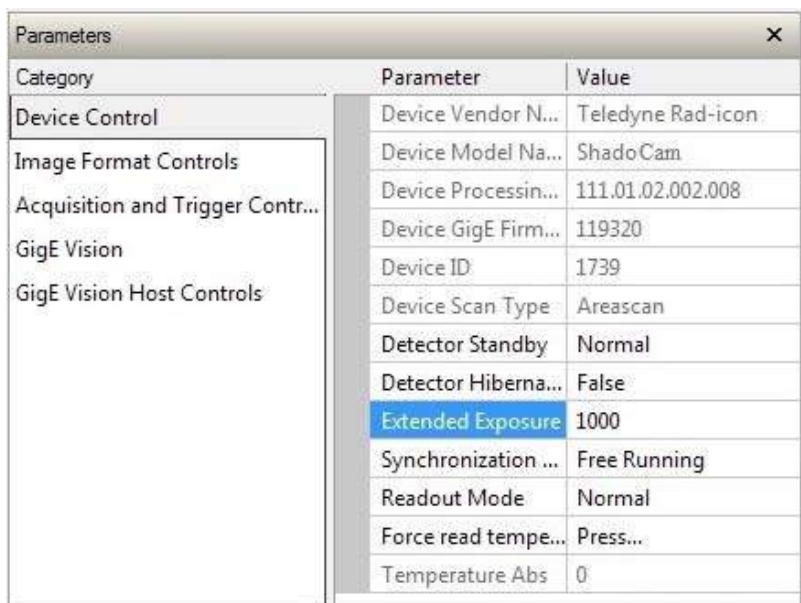
4. Выберите устройство. Для выбора устройства используйте панель Селектор устройства (DeviceSelector). В выпадающем списке доступных устройств (Device) в левой стороне, выберите идентификатор детекторной матрицы ShadoCam, которым является ее серийный номер 1739.



*Рис. 4. Выбор устройства*

5. Затем на панели Параметры (Parameters) выберите вкладку Управление устройством (DeviceControl) и установите необходимое значение Длительности экспозиции (ExtendedExposure) в микросекундах и другие параметры, как указано ниже. Чтобы изменить значение параметра, нажмите на его поле Значение (Value).

Detector Standby – Normal  
Detector Hibernation – False  
Synchronization Mode – Free Running  
Readout Mode – Normal



Category	Parameter	Value
Device Control	Device Vendor N...	Teledyne Rad-icor
Image Format Controls	Device Model Na...	ShadoCam
Acquisition and Trigger Contr...	Device Processin...	111.01.02.002.008
GigE Vision	Device GigE Firm...	119320
GigE Vision Host Controls	Device ID	1739
	Device Scan Type	Areascan
	Detector Standby	Normal
	Detector Hiberna...	False
	Extended Exposure	1000
	Synchronization ...	Free Running
	Readout Mode	Normal
	Force read tempe...	Press...
	Temperature Abs	0

Рис. 5 Параметры управления устройством

6. Выполните калибровку детекторной матрицы. Для этого необходимо выполнить коррекцию плоского поля. Чтобы открыть диалоговое окно калибровки плоского поля для калибровки детекторной матрицы нажмите Предварительная обработка → Коррекция плоского поля → Калибровка (Pre-Processing → Flat Field Correction → Calibration).

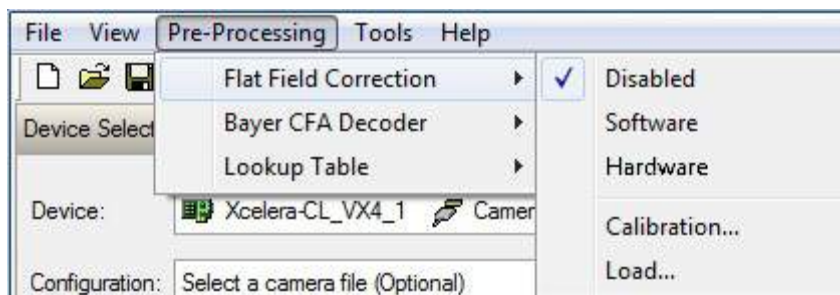


Рис. 6. Коррекция плоского поля

В диалоговом окне Коррекции плоского поля:

- Нажмите на Acquire Dark Image (Расчет темного изображения). Cam Expert произведет захват кадра, проанализирует уровень сигнала каждого пикселя и предоставит статистические данные.

- Нажмите на Acquire Bright Image (Расчет светлого изображения). Cam Expert произведет захват кадра, проанализирует уровень сигнала каждого пикселя и предоставит статистические данные.
- Нажмите кнопку Сохранить (Save), чтобы сохранить текущие настройки калибровки в файл.

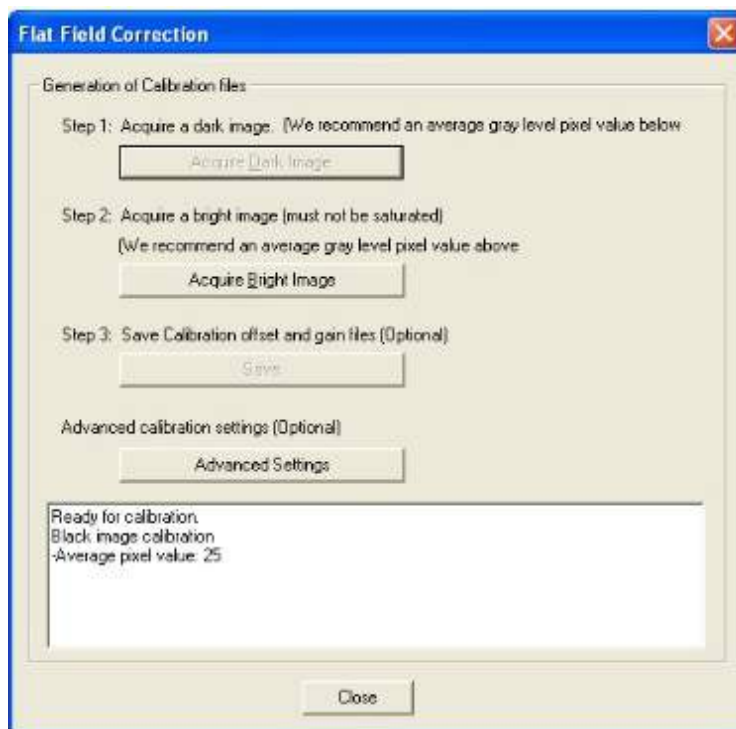





Рис. 7. Диалоговое окно Коррекции плоского поля

- Закройте диалоговое окно Коррекции плоского поля.
- Выполните захват кадра кнопкой Захват (Grab)  Grab в окне дисплей (Display). В нем будет отображено чистое однородное изображение без объекта.

7. Поместите объект, изображение которого хотите создать, между детектором и источником рентгеновского излучения, расстояние может варьироваться в соответствии с размерами объекта, и включите источник.

8. Нажмите на кнопку Захват (Grab)  Grab для начала получения изображений. Когда осуществляется захват, эта кнопка сменяется кнопкой «Заморозить», которая останавливает захват. Чтобы выполнить захват одиночного кадра нажмите кнопку Snap  Snap.



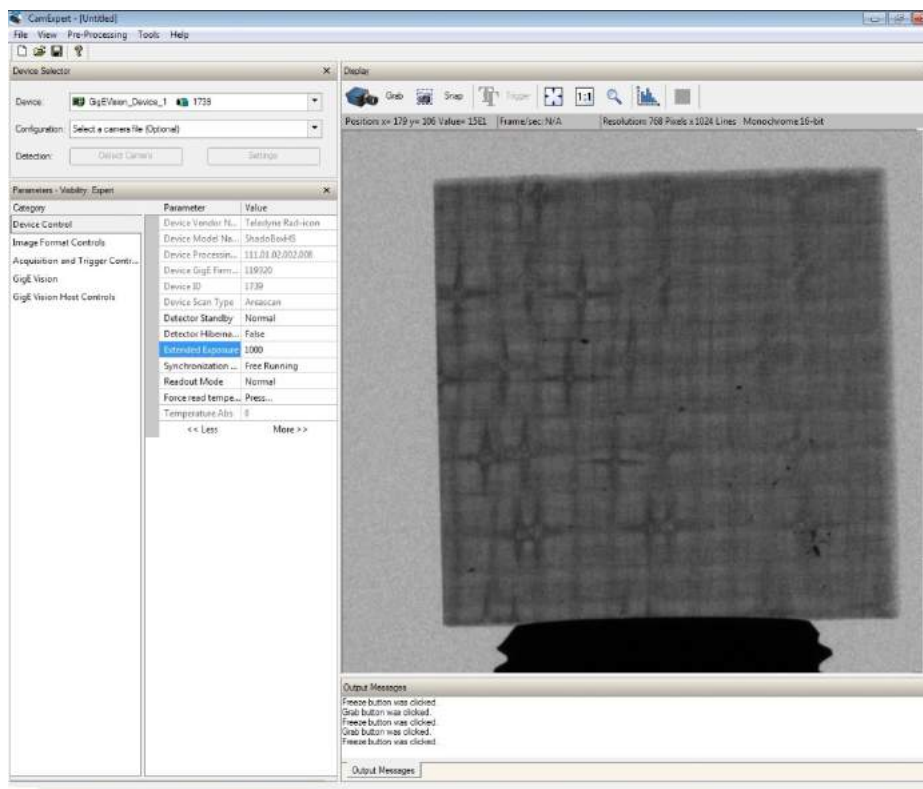


Рис. 8. Полученное изображение объекта

Для дальнейшей обработки и оптимизации изображения используйте функции реализованные в программе CamExpert.

*Примечание:* при смене длительности экспозиции произвести операцию калибровки по п. 6.

Таким образом, применение матричных детекторов в цифровой радиографии позволяет:

- получать высокое качество изображения в реальном времени и высокую скорость обработки информации;
- предоставляет возможность хранения, улучшения, копирования изображений в цифровом виде, в том числе передача их в любую точку мира с сохранением качества;
- позволяет исключить фотолаборатории и химикаты для обработки изображений.

Однако они имеют некоторые ограничения: требуют очень аккуратного обращения и критичны к условиям окружающей среды, поэтому используется пока в лабораторных условиях.

Получение высококачественных изображений требует оптимизации режимов работы матрицы для каждого конкретного случая использования.

Разработанная методика обеспечивает наилучшие условия для цифровой радиографии пластиниз УУКМ толщиной 10 мм в области энергий рентгеновского излучения от 40 до 80 кэВ.

#### **Список использованных источников**

1. Калентьев В.К., Сидоров Ю.Д., Ли Н.И., Терехов П.В., Хабибуллин А.С., Исхаков О.А. Основы промышленной радиографии. – Казань: Изд-во Казан. Гос. Технол. Ун-та, 2008. – 226 с.
2. Майоров А.А. Компьютерная радиография с использованием флуоресцентных запоминающих пластин – что это такое? / В мире неразруш. контроля. – 2004. – № 3 (25). – С. 42–43.
3. Белый Н.Г., Денбновецкий С.В., Лещин А.В. и др. Относительная чувствительность рентгенотелевизионных систем на основе высокочувствительных ПЗС-камер и рентгеновских монокристаллических экранов / Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2007. – № 2. – С. 34–40.
4. Мирошниченко С.И., Невгасимый А.А. Многосенсорные цифровые рентгеновские приемники. – 2014. – № 2 (Т. 10) – С. 40–48.
5. Майоров А.А. Цифровые технологии в радиационном контроле / В мире неразрушающего контроля. – 2009. – № 3 (45). – С. 5–12.
6. Литвинов А. Высокое качество изображения. Последнее поколение детекторов рентгеновского излучения / Технологии в электронной промышленности. – 2011. – № 6. – С. 10–13.
7. Недавний О.И., Удод В.А. Современное состояние систем цифровой радиографии / Дефектоскопия. – 2001. – № 8. – С. 62–82.
8. Троицкий В.А. Флэш-радиография. – 2013. – № 4. – С. 44–50.