

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
Федеральное государственное унитарное предприятие
«Инвестиционно-строительный концерн «Росатомстрой»



Филиал Федерального государственного унитарного предприятия
«Инвестиционно-строительный концерн «Росатомстрой»

**Научно-исследовательский и конструкторский
институт монтажной технологии - НИКИМТ**

127410, г. Москва, Алтуфьевское шоссе, д.43

E-mail: nikimt@nikimt.ru; тел.: (495) 489-90-95; факс (495) 903-10-00

08.04.2008 № 0394-02

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель директора

А.В. Полковников

2008г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**О ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО
КОМПЛЕКСА ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ РАДИОГРАФИИ
НА ОСНОВЕ СКАНЕРОВ CR 35 NDT / HD-CR 35 NDT С ЗАПОМИНАЮЩИМИ
ПЛАСТИНАМИ «Duerr IR» И «Duerr HD-IP».**

В ФГУП «ИСК «Росатомстрой» (филиал НИКИМТ), Головной материаловедческой организации (ГМО) Федерального агентства по атомной энергии, проведены испытания аппаратно-программного комплекса для компьютерной радиографии на основе сканеров CR 35 NDT / HD-CR 35 NDT с запоминающими пластинами «Duerr IP» и «Duerr HD-IP» (Далее «АПК»).

В состав «АПК» заводской номер V000149 (ТУ 4276-019-13826552-2008) входят:

- Сканер HD-CR 35 NDT;
- Запоминающие пластины IP-10x24 HD-IP-10x24;
- Ноутбук ASUS W2P с установленным ПО «ВидеоРен»;
- Эксплуатационная документация – инструкция пользователя.

«АПК» предназначен для получения и обработки цифрового радиографического изображения с помощью ионизирующего излучения. В качестве детектора излучения используются люминесцентные запоминающие пластины «Duerr IP» и «Duerr HD-IP». В соответствии с инструкцией по эксплуатации ресурс их использования не менее 60000 экспозиций при условии отсутствия механических повреждений. Согласно заявленным характеристикам рабочее разрешение для пластин «Duerr IP» составляет до 10 пар линий на мм; для пластин «Duerr HD-IP» - до 20 пар линий на мм. После стандартной процедуры просвечивания контролируемого изделия с помощью рентгеновского аппарата экспонированная запоминающая пластина считывается путем сканирования лазерным лучом сканера CR 35 NDT / HD-CR 35 NDT, который стимулирует эмиссию фотонов, пропорциональную локальной дозе рентгеновского излучения. Полученные сигналы усиливаются встроенным фотоумножителем, оцифровываются и передаются для обработки ПО «ВидеоРен» для формирования на экране монитора радиационного изображения контролируемого объекта. В настройках режима сканирования пластины имеется возможность регулировать мощность сканирующего лазера и коэффициент усиления на фотоумножителе.

«АПК» дает возможность пользователю быстро считывать пластину, затем стереть с неё информацию и подготовить пластину к следующему экспонированию.

Цель испытаний:

Определение соответствия результатов радиографического контроля с использованием «АПК» требованиям нормативных документов, действующих в атомной энергетике:

- ПНАЭ Г-7-017-89 «Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Радиографический контроль».

- ПНАЭ Г-7-010-89 «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля».

- ГОСТ 7512-82 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический контроль».

Программа испытаний:

1. Определение оптимальных режимов радиографического контроля и оценка соответствия полученных результатов требованиям Правил контроля сварных соединений, действующих в атомной энергетике ПНАЭ Г-7-010-89 и ГОСТ 7512-82.

2. Определение выявляемости искусственных и естественных дефектов.

3. Оценка динамического диапазона «АПК» с использованием пластин «Duerr IP».

Методика испытаний, аппаратура и материалы.

В качестве источника рентгеновского излучения использовался стационарный рентгеновский аппарат РАП 150/300-10 с рентгеновской трубкой 0,3БПВ-6-150 и рентгеновский аппарат фирмы «Зайферт» марки «Извольт-160».

В качестве детектора излучения использовались люминесцентные запоминающие пластины «Duerr IP-10x24» и «Duerr HD-IP-10x24».

Для определения чувствительности радиографических снимков применялись проволоочные и канавочные эталоны по ГОСТ 7512-82, а также стальные пластины и образцы сварных соединений толщиной 1-32 мм. Ограничения по толщине связаны с параметрами имеющегося рентгеновского оборудования.

Расшифровка радиографических изображений проводилась с применением гамма-коррекции, обеспечивающей выявление на радиографическом изображении наименьшей проволоочки эталона чувствительности.

Сравнительные испытания показали, что время нормальной экспозиции с применением пластин типа «Duerr HD-IP» (синие пластины) в 2-3 раза больше, чем при использовании пластин «Duerr IP» (белые пластины). Четкость и разрешающая способность полученных радиографических изображений при использовании пластин «Duerr HD-IP» выше, чем при использовании пластин «Duerr IP». Поскольку эталонная чувствительность снимков при применении обоих типов пластин удовлетворяет требованиям нормативных документов, действующих в атомной энергетике, основные испытания проводились с пластинами «Duerr IP». Использовался режим сканирования 100 мкм HV 550. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Для оценки динамического диапазона «АПК» с пластинами «Duerr IP» использовался ступенчатый стальной образец с набором толщин 2, 4, 6, 8, 10, 12 мм. На каждой ступени образца устанавливали проволоочные эталоны по ГОСТ 7512-82, выбирали базовую толщину (например, 4 мм), для которой подбирали оптимальный режим просвечивания, и затем оценивали выявляемость проволоочек при данном режиме на различных толщинах ступенчатого образца.

Работа с «АПК» проводилась в соответствии с «Руководством по эксплуатации СК 00.00.000РЭ». Сканирование выполнялось в режиме HV 550/100 мкм.

Таблица 1

Чувствительность радиографического контроля с использованием «АПК» и люминесцентных запоминающих пластин «Duerr IP-10x24»

Толщина стали, мм	Фокусное расстоя- ние, мм	Напря- жение, кВ	Экспо- зиция, мА x мин	Чувствительность К, полученная с ис- пользованием «АПК»		Требования к чувствительности по ПНАЭ Г-7-010-89			Требования к чувствительности по ГОСТ 7512-82		
				К пров., мм	К кан., мм	I кат., мм	II кат., мм	III кат., мм	1 кл мм	2 кл мм	3 кл мм
1	500	40	8	0,05	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
2	500	50	10	0,08	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
3	500	65	12	0,08	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
4	500	80	6	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2
6	500	90	16	0,125	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
8	500	100	16	0,16	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
10	500	110	12	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4
14	500	130	15	0,25	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5
18	500	150	18	0,25	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5
24	500	170	16	0,32	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6
28	500	180	20	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6
32	500	220	20	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,75

Результаты испытаний.

1. «АПК» с гибкими люминесцентными запоминающими пластинами «Duerr IP-10x24» и «Duerr HD-IP-10x24» сочетает достоинства радиографии и рентгенотелевидения. С одной стороны – оперативность контроля, электронная обработка и архивирование изображений, исключение расходных материалов и процессов химической обработки, с другой – возможность исследования объектов сложной конфигурации за счет гибкости запоминающих пластин, позволяющих оптимизировать геометрическую нерезкость изображения.

Цифровой формат изображения и его высокое разрешение позволяет детально рассмотреть различные дефекты, а возможность применения цифровых фильтров позволяет сделать работу с полученным изображением более информативной (например при большой разнотолщинности).

2. Чувствительность рентгенографического контроля с использованием «АПК» с гибкими люминесцентными запоминающими пластинами (таблица 1) соответствует требованиям для:

- I, II, III категории Правил контроля ПНАЭ Г-7-010-89 в диапазоне толщин 1 - 32 мм;

- 1, 2, 3 классов по ГОСТ 7512-82 в диапазоне толщин 1 – 32 мм.

3. Динамический диапазон «АПК» с люминесцентными запоминающими пластинами «Duerr IP-10x24» и «Duerr HD-IP-10x24» шире, чем у радиографических пленок, что позволяет за одну экспозицию контролировать объекты с большим перепадом толщин.

4. «АПК» позволяет получать оцифрованное радиографическое изображение и реализовать преимущества цифровой обработки результатов контроля:

- архивирование радиографических снимков в компьютере и на лазерных дисках, что обеспечивает их длительное хранение и передачу в случае необходимости с помощью электронной почты через Интернет, например, в Главную материаловедческую организацию для комиссионной оценки;

- расшифровку радиографических снимков в режиме электронного негатоскопа;

- существенно повысить производительность и оперативность радиографического контроля. Время получения снимка, предъявляемого для расшифровки сокращается до 2-3 мин.

5. В процессе испытаний выявилась необходимость экранирования кассет от прямого попадания на них рентгеновского излучения, т.к. после этого остаются следы предыдущей экспозиции на изображении при контроле следующего изделия. В этом случае требуется проводить дополнительную очистку люминесцентной запоминающей пластины.

ВЫВОДЫ:

1. Аппаратно-программный комплекс для компьютерной радиографии на основе сканеров CR 35 NDT / HD-CR 35 NDT может быть применен в атомной энергетике для рентгеновского контроля сварных соединений и наплавки I, II, III категорий по ПНАЭ Г-7-010-89 в диапазоне толщин 1-32 мм;

2. При использовании аппаратно-программного комплекса для компьютерной радиографии на основе сканеров CR 35 NDT / HD-CR 35 NDT для контроля сварных соединений и наплавки объектов атомной энергетике в соответствии с п. 1.5 ПНАЭ Г-7-010-89 должна быть разработана производственная контрольная документация (ПКД) (карты контроля, инструкции и т.п.). ПКД должна быть согласована с Головной материаловедческой организацией.

Данное заключение выдано ЗАО «Юнитест-Рентген» о возможности применения аппаратно-программного комплекса для компьютерной радиографии на основе сканеров CR 35 NDT / HD-CR 35 NDT с гибкими люминесцентными запоминающими пластинами «Duerr IP» и «Duerr HD-IP», в атомной энергетике.

Действительно до 1 мая 2011 года.

Начальник лаборатории методик
неразрушающего контроля
«НИКИМТ», к.т.н.



В.И. Горбачёв