

УДК 620.192.63

ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ РЕНТГЕНОВСКОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ЦИФРОВЫХ МЕТОДАХ ОБРАБОТКИ ЕГО РЕЗУЛЬТАТОВ

Андрей Дмитриевич Жуков, Денис Игоревич Галкин

Студенты 6 курса

кафедра «Технологии сварки и диагностики»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.Л. Ремизов,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии сварки и диагностики»

В настоящее время при контроле сварных швов городских газопроводов на стадии строительства и ремонта, широко применяется радиографический метод контроля. Основным документом, на основании которого проводится радиографический контроль, является ГОСТ 7512-82. На основании данного документа проводится расчет параметров контроля, оценка полученного снимка на основании показаний эталонов, т.е. проводится оценка достигаемой чувствительности и геометрической нерезкости (при учете того, что данные параметры связаны). Однако время экспозиции получается весьма большим, к примеру, при контроле стальной трубки с диаметром 48 мм и толщиной стенки 3 мм, фокусное расстояние на основании ГОСТ 7512-82 получилось равным 1010 мм, что соответствует времени экспозиции при экспонировании на пленку Agfa D7 равному 6 (шести) минутам. Поэтому, как показывает практика, в таких случаях уменьшают фокусное расстояние, уменьшая соответственно время экспозиции. Но это означает, что происходит нарушение технологии проведения контроля и получаемый при данных параметрах снимок является браком согласно ГОСТ 7512-82. Однако, достигаемый уровень чувствительности, как показывает практика, все равно соответствует требованиям ГОСТ 7512-82. Практика показывает, что требования ГОСТ 7512-82 являются завышенными, а также то, что параметры, на основании которых оценивается полученное изображение, не достаточно полно оценивают качество получаемого снимка.

Параметром, определяющим качество изображения согласно ГОСТ 7512 – 82 является достигаемая чувствительность (и связанная с ней пропорционально геометрическая нерезкость), то есть количество канавок или проволочек (в зависимости от используемого эталона чувствительности) регистрируемых после проявки пленки. И, если регистрируется номер элемента с соответствующим требованиям ГОСТ 7512-82 размером, то считается что требования ГОСТ 7512 – 82 соблюдены, хотя качество изображения при этом снижается. Поэтому, необходимо использование дополнительного параметра, позволяющего более полно оценить качество изображения

При уменьшении фокусного расстояния происходит увеличение нерезкости изображения, т.е. изображение получается более «размытым», также это влияет на соотношение оптических плотностей дефектного и бездефектного участков. На это влияет геометрическая нерезкость. Данный параметр влияет на получаемое соотношение оптических плотностей на снимке, а также определяет «четкость» получаемого изображения. Однако, на получаемом снимке возможно определить лишь общую нерезкость, частью которой является геометрическая нерезкость. Связанным с общей нерезкостью параметром, является разрешающая способность.

Для оценки описанных выше параметров были проанализированы снимки, выполненные при различных значениях фокусного расстояния (фокусное расстояние дискретно уменьшалось от значения в 1010 мм, рекомендуемого на основании ГОСТ 7512 – 82 до значения фокусного расстояния в 310 мм). Объект исследования – кольцевой стыковой шов на стальной трубке

диаметром 48 мм и толщиной стенки 3 мм. Экспонирование проводилось на пленку Agfa D7 и на цифровой детектор непрямого действия. В качестве эталонов чувствительности, были использованы: проволочный и канавочный эталоны по ГОСТ 7512 – 82, проволочный эталон по EN462-1 и дуплексный эталон по EN462-5. На основании последнего была проведена оценка характера изменения разрешающей способности и общей нерезкости, а также определена взаимосвязь этих двух параметров. На основании остальных перечисленных эталонов был определен характер изменения достигаемой чувствительности в зависимости от фокусного расстояния.

В результате анализа полученных снимков, была определена следующая зависимость изменений показаний эталонов чувствительности от фокусного расстояния:

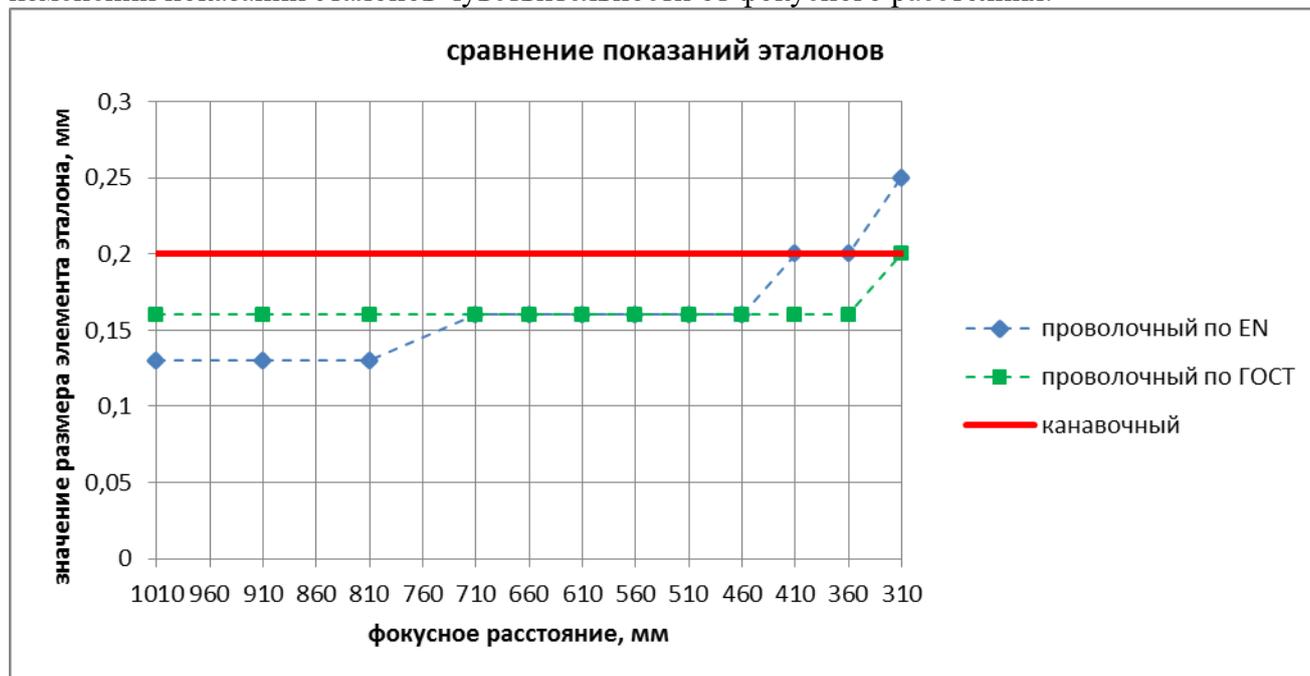


График 1. График изменения показаний эталонов чувствительности от фокусного расстояния

Требуемый уровень достигаемой чувствительности равен 0,2 мм (соответствует красной линии).

Как видно из данного графика, на основании канавочного эталона невозможно судить об изменении качества изображения, а наиболее эффективный отклик на изменение фокусного расстояния, и, как следствие, изменение качества изображения, показал эталон по EN462-1

Было проанализировано влияние геометрической нерезкости на общую нерезкость, при этом для пленочного детектора среднее значение составило 81,77%, тогда как для цифрового детектора 59,32%, это означает, что геометрическая нерезкость не является характеристикой полностью оценивающей качество изображения, тогда как общая нерезкость в совокупности с достигаемой чувствительностью, наиболее полно характеризует полученное изображение.

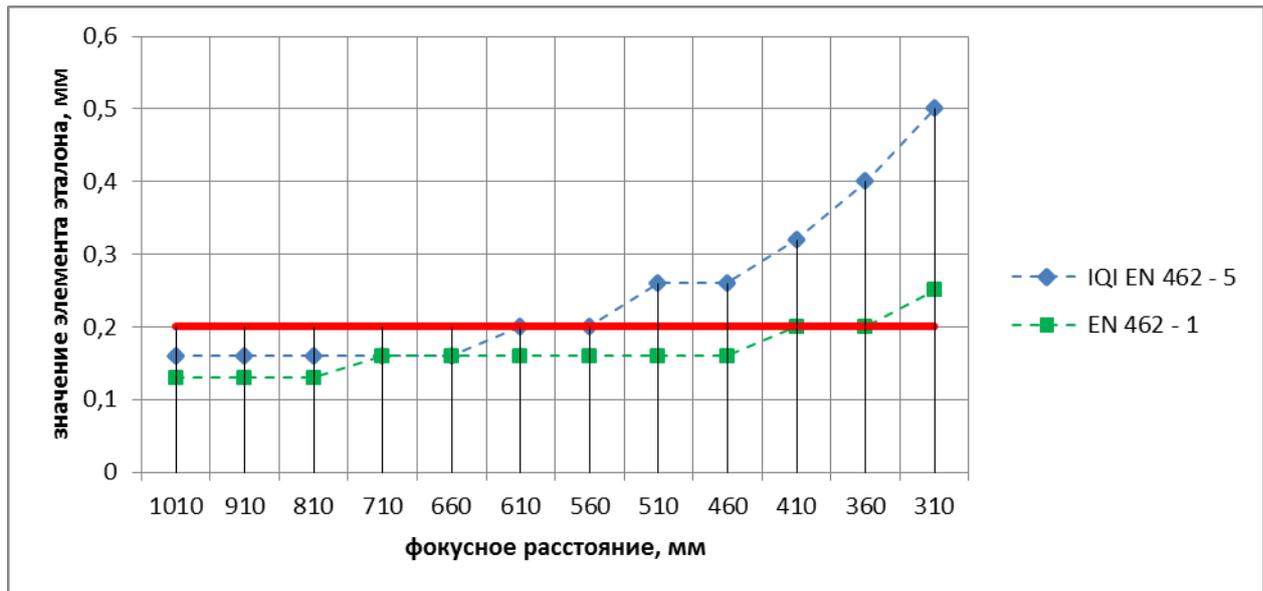


График 2. Сравнение показаний эталонов EN462-1 и EN462-5

Для проверки данного факта, была определена зависимость изменения общей площади регистрируемых на полученных снимках дефектов в зависимости от фокусного расстояния.

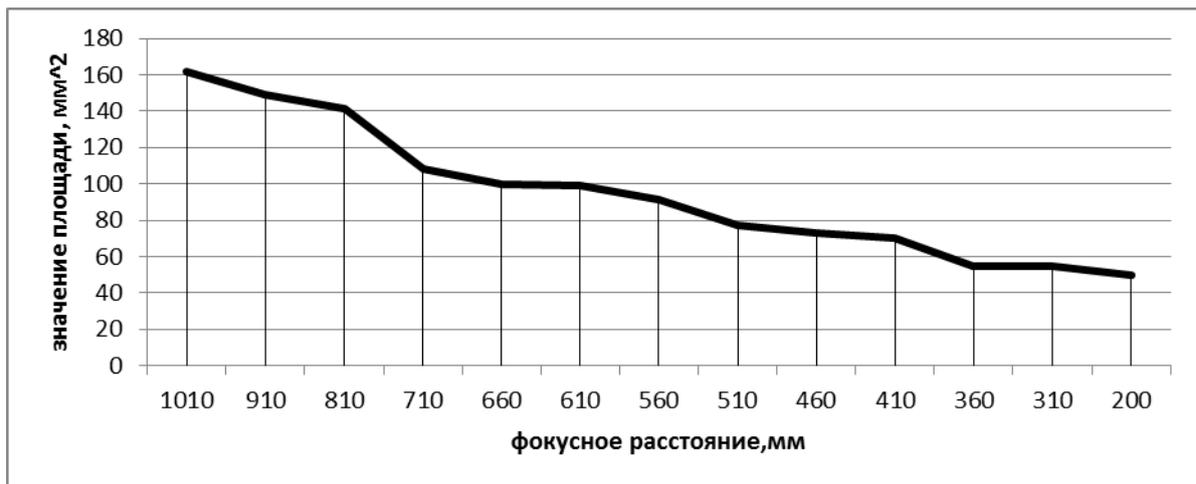


График 3. График изменение площади дефектов

Незначительная потеря наблюдается до значения фокусного расстояния 810 мм, то есть, это означает, что допускается уменьшение фокусного расстояния до значения в 810 мм включительно, а это, в свою очередь, означает снижение времени экспонирования практически в два раза.

На основании полученных данных также была определена взаимосвязь между разрешающей способностью и общей нерезкостью, при этом для пленочного и цифрового детектора оно оказалось одинаковым и равным приблизительно 1,345.

Аналогичная серия опытов была выполнена при экспонировании на цифровой детектор. При этом в данной части работы был проведен анализ возможности эквивалентной замены пленочного детектора на цифровой детектор.

В результате, были получены зависимости, характер изменения которых аналогичен тем, что при использовании пленочного детектора, а также на основании полученных данных, проведено сравнение возможностей пленочного и цифрового детекторов.

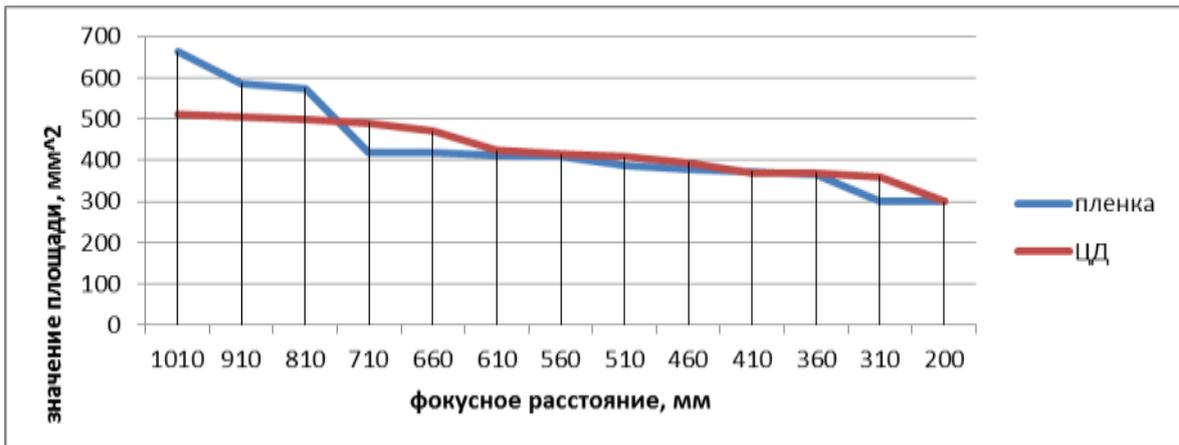


График 4. Изменение общей площади дефектов в случае использования пленочного детектора и цифрового детектора

Как видно из графика, получаемое на цифровом детекторе изображение хуже по сравнению с пленочным детектором (менее информативно), однако, учитывая изменение достигаемой чувствительности (график5).

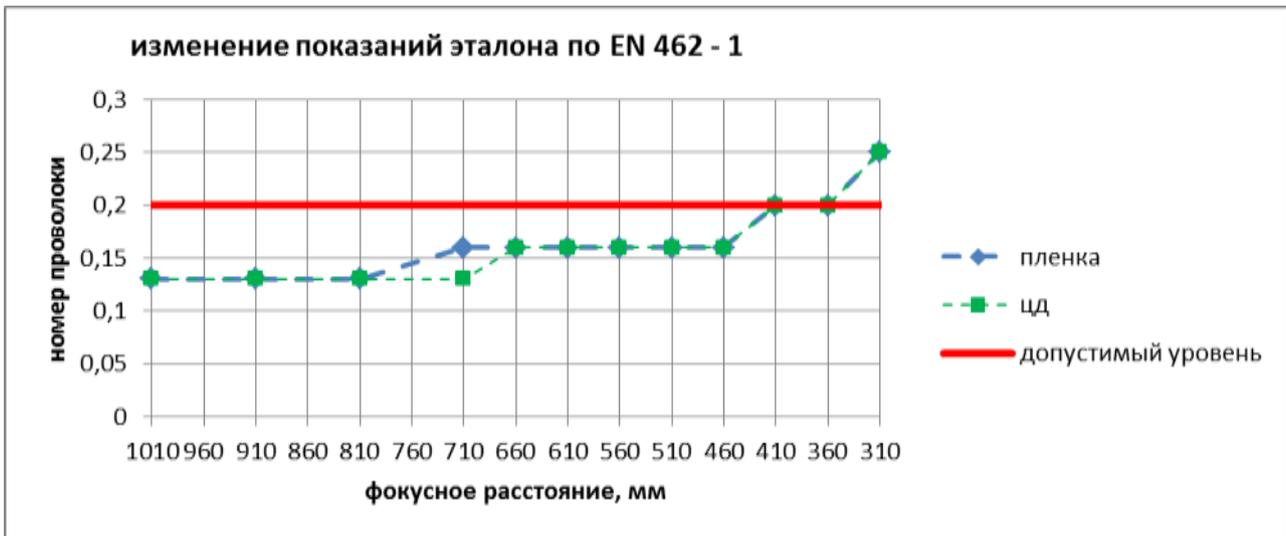


График 5. Изменение показаний эталона EN462-1 для пленочного и цифрового детектора

Также учитывая изменение общей нерезкости, определенной на основании эталона по EN462-5 (график 6).



График 6. График изменения общей нерезкости согласно эталону EN462-5 для пленочного и цифрового детектора.

А также проведя сравнение полученных на графиках 4,5,6 данных с показаниями эталонов, полученными при фокусном расстоянии регламентируемым ГОСТ 7512-82 (1010 мм), и, учитывая то, что при данном фокусном расстоянии, получается изображение, соответствующее требованиям ГОСТ 7512-82. То, это означает что, оценив графики в совокупности, получается, что качество изображения все равно остается достаточным и отвечает требованиям ГОСТ 7512-82 до значения фокусного расстояния в 810 мм включительно.

В результате выполненной работы были сделаны следующие выводы:

1) Параметром, наиболее полно определяющим качество изображения, является общая нерезкость (разрешающая способность), определяемая на основании отображения на снимке эталона EN 462 – 5. Однако, данный способ имеет недостаток, заключающийся в том, что мы не можем определить плавное изменение описанных параметров от фокусного расстояния в связи с особенностями применяемого эталона. Для более точных результатов рекомендуется применение специальных приспособлений – мир и микрофотометра.

2) При проведении контроля кольцевых стыковых швов трубок диаметром до 100 мм в монтажных условиях, для определения качества получаемого изображения является совокупность использования эталонов IQI EN462 – 5 и либо проволочного эталона по EN462-1 либо проволочного эталона по ГОСТ 7512-82, поскольку они равноценны. Как показали проведенные опыты канавочный эталон не рекомендуется применять при проведении радиографического контроля.

3) Цифровые детекторы являются наиболее оптимальным решением при проведении контроля кольцевых стыковых швов трубок диаметром до 100 мм, качество изображения на ряде значений фокусных расстояний осталось неизменным, при этом время экспозиции было уменьшено практически в 10 раз.

4) Получены оптимальные режимы контроля при использовании цифровых детекторов

F	Фокусное расстояние	810 мм
U	Напряжение	123 кВ
i	Сила тока	2,2 мА
t	Время экспозиции	14 с

5) При данных параметрах был получен снимок, одинаковый по качеству (идентифицируемым параметрам) по сравнению со снимком, полученным при применении пленочного детектора на том же фокусном расстоянии.

6) Определено соотношение, связывающее общую нерезкость и разрешающую способность. Величина данного соотношения получилась постоянной и равной 1,345.

7) Необходима переработка нормативной базы в области радиографического контроля, и, в частности цифровой радиографии, поскольку применяемый на сегодняшний день ГОСТ 7512-82 является устаревшим и не соответствует современным требованиям и потребностям, а также технологическим возможностям.

Литература

1. С.В. Румянцев, В.А. Добромыслов, О.И. Борисов, Н.Т. Азаров «Неразрушающие методы контроля сварных соединений» - . М.: Машиностроение, 1976 – 355 с.
2. В.М.Зуев, Р.Л. Табакман, Ю.И.Удралов, «Радиографический контроль сварных соединений» - СПб.: Энергоатомиздат. Санкт – Петербургское отд-ние, 2001. – 148с.

3. Румянцев С.В., Штань А.С., Гольцев В.А., «Справочник по радиационным методам неразрушающего контроля / Под ред. С.В.Румянцева. – М.:Энергоиздат, 1982. 210 с
4. Дмоховский В. В. «Основы рентгенотехники» - М. Медгиз. 1960г. 352 с.,
5. Майоров А.А. «Цифровые технологии в неразрушающем контроле». – Журнал «В мире НК» сентябрь 2009г. №3[45] с.5-11).
6. М.М.Гнедин, Д.И.Галкин. «Приактика радиографического контроля сварных соединений технологических трубопроводов» - Безопасность труда в промышленности. 2011. N 7. С. 14-18. Библиогр.: с. 18 (8 назв.)
7. ГОСТ 7512 – 82 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод».
8. ГОСТ 23055 – 78 «Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля».
9. DIN EN 1435 – 2002 «Non – Destructive testing of welds – Radiographic testing of welded joints»; German version EN 1435:1997 + A1:2002.
10. EN 462 – 1:1994. Non – destructive testing. Image quality of radiographs. Part 1:Image quality indicators (wire type)/ Determination of image quality value. – CEN,1994
11. EN 462 – 5:1996. Non – destructive testing. Image quality of radiographs. Part 5:Image quality indicators (duplex wire type)/ Determination of image unsharpness value. – CEN,1996