

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Казанский государственный технологический университет»

# **ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ РАДИОГРАФИИ**

Монография

**Казань**

**КГТУ**

**2008**

Авторы: Калентьев В.К., Сидоров Ю.Д., Ли Н.И., Терехов П.В., Хабибуллин А.С., Исхаков О.А.

Основы промышленной радиографии: монография / В.К. Калентьев [и др.]. – Казань: Изд-во Казан. Гос. Технол. Ун-та, 2008. – 226 с. ISBN 978-5-7882-0576-2

В предлагаемой книге рассмотрены физические основы радиографического метода контроля, его достоинства и недостатки, источники рентгеновского и гамма-излучений и свойства этих излучений. Даны основные определения и единицы измерений ионизирующих излучений.

Большое внимание уделено радиографическим фотоматериалам: их свойствам, способам испытаний, особенностям химико-фотографической обработки. Рассмотрены критерии пригодности радиографических материалов для неразрушающего контроля и методы оценки качества радиографического изображения. Обсуждены особенности формирования и визуализации изображения в радиографии, а также факторы, определяющие качество изображения. Представлен теоретический анализ выявляемости деталей изображения и описаны экспериментальные методы её определения. Значительное внимание уделено усиливающим экранам – рассмотрены механизмы их влияния на сенситометрические показатели и чувствительность к выявляемости дефектов. Сформулированы принципы выбора источников ионизирующего излучения, усиливающих экранов, радиографических фотоматериалов, способов их химико-фотографической обработки и оценки качества изображения. Рассмотрены вопросы защиты от облучения ионизирующими излучениями.

Книга предназначена для инженеров и научных работников, работающих в области радиационной дефектоскопии. Она может быть полезна также студентам вузов, аспирантам и специалистам смежных областей, занимающихся вопросами создания и совершенствования радиографических фотоматериалов, усиливающих экранов и других средств неразрушающего контроля.

Рис. - 66, табл. 20, библи. 44.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского государственного технологического университета.

Рецензенты: д. х. н., проф. О.В. Михайлов (КГТУ)

к.т.н., директор по производству и техническому развитию  
ОАО «Тасма-Холдинг» В.А. Андрианов

ISBN

© В.К. Калентьев, Ю.Д. Сидоров, Н.И. Ли,  
П.В. Терехов, А.С. Хабибуллин, О.А. Исхаков

© Казанский государственный технологический  
университет, 2008

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	5
<b>Введение</b> .....	7
<b>1 Физические основы радиографического метода контроля</b> .....	9
1.1 Свойства рентгеновского и гамма-излучений.....	9
1.1.1 Рентгеновское излучение.....	14
1.1.2 Гамма – излучение.....	15
1.2 Источники излучения.....	17
1.2.1 Рентгеновские аппараты.....	17
1.2.2 Бетатрон.....	25
1.2.3 Линейный ускоритель.....	26
1.2.4 Радиоактивные источники.....	28
1.3 Единицы измерения ионизирующих излучений и других физических величин, применяемых в промышленной радиографии.....	35
1.4 Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.....	42
<b>2 Визуализация изображения в радиографии</b> .....	55
2.1 Радиографические фотоматериалы. Особенности формирования радиографического изображения.....	55
2.1.1 Образование скрытого фотографического изображения.....	57
2.1.2 Особенности радиографических фотоматериалов.....	63
2.1.3 Характеристическая кривая радиографического фотоматериала.....	69
2.1.4 Сенситометрические испытания радиографических пленок.....	78
<b>3 Усиливающие экраны</b> .....	84
3.1 Влияние усиливающих экранов на положение и форму характеристической кривой.....	84
3.2 Люминесцентные усиливающие экраны.....	86
3.3 Металлические усиливающие экраны.....	94
3.4 Флюорометаллические усиливающие экраны.....	100
3.5 Защитные экраны.....	102
3.6 Регулирование рассеянного излучения.....	104
<b>4 Основные факторы, определяющие качество радиографического изображения</b> .....	107
4.1 Собственная (внутренняя) нерезкость.....	107
4.2 Геометрическая нерезкость.....	112
4.3 Нерезкость рассеяния.....	116
4.4 Динамическая нерезкость.....	117
4.5 Общая нерезкость.....	117
4.6 Определение глубины залегания дефекта.....	119

4.7	Оценка качества радиографического изображения.....	122
4.8	Чувствительность радиографического метода контроля. Индикаторы качества изображения.....	123
4.9	Выбор источников ионизирующего излучения.....	128
4.10	Определение эффективной энергии первичного пучка рентгеновского излучения.....	132
5	<b>Химико-фотографическая обработка.....</b>	135
5.1	Сущность процесса химико-фотографической обработки. Обрабатываемые растворы.....	135
5.2	Влияние продолжительности проявления.....	140
5.3	Контроль процесса химико-фотографической обработки радиографических пленок.....	146
5.4	Классы радиографического изображения.....	149
5.5	Классы радиографических пленок.....	151
5.6	Номограммы для определения экспозиции.....	155
5.7	Применение номограмм.....	166
6	<b>Радиографические фотоматериалы.....</b>	178
6.1	Радиографические пленки.....	178
6.2	Радиографические бумаги.....	179
6.3	Кассеты для радиографических пленок.....	182
7	<b>Обработка промышленных радиографических пленок.....</b>	183
7.1	Фотолаборатория и организация процесса химико-фотографической обра- ботки.....	181
7.2	Сохраняемость радиографических снимков.....	188
7.3	Регенерация серебра.....	191
7.4	Необходимые средства для проведения радиографического контроля.....	198
7.5	Ошибки, совершаемые при съемке и во время обработки радиографических пленок. Причины их возникновения.....	200
8	<b>Защитные средства от облучения.....</b>	205
8.1	Биологическое действие ионизирующих излучений.....	205
8.2	Методы дозиметрии ионизирующего излучения.....	208
8.3	Приборы для измерения ионизирующего излучения.....	211
8.4	Максимально допустимые дозы излучения.....	215
8.5	Основные принципы защиты от излучения.....	215
8.6	Техника безопасности при радиографическом контроле.....	218
	<b>Литература.....</b>	221
	<b>Заключение.....</b>	224