ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70589— 2022/ ISO/TS 25107:2019

Контроль неразрушающий

ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

(ISO/TS 25107:2019, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 371 «Неразрушающий контроль», Подкомитетом ПК 7 «Квалификация персонала», Негосударственным образовательным учреждением дополнительного профессионального образования «Научно-учебный центр «Контроль и диагностика» («НУЦ «Контроль и диагностика») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии документа, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 371 «Неразрушающий контроль», Подкомитетом ПК 7 «Квалификация персонала»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 декабря 2022 г. № 1594-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному документу ISO/TS 25107:2019 «Контроль неразрушающий. Программы подготовки по неразрушающему контролю» (ISO/TS 25107:2019 «Non-destructive testing — NDT training syllabuses», IDT).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2019
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Общие положения 2
4.1 Подготовка персонала НК 2
4.2 Уровни компетентности 2
4.3 Общие вопросы условий проведения контроля и требования по охране труда 3
5 Радиографический контроль (RT). Уровни 1, 2 и 3 3
6 Ультразвуковой контроль (UT). Уровни 1, 2 и 3 21
7 Вихретоковый контроль (ET). Уровни 1, 2 и 3 28
8 Капиллярный контроль (PT). Уровни 1, 2 и 3 36
9 Магнитопорошковый контроль (MT). Уровни 1, 2 и 3 42
10 Течеискание (LT). Уровни 1, 2 и 3 51
11 Акустико-эмиссионный контроль (AT). Уровни 1, 2 и 3 66
12 Визуальный контроль (VT). Уровни 1, 2 и 3 76
13 Инфракрасный термографический контроль (TT). Уровни 1, 2 и 3 85
14 Тензометрический контроль (TS). Уровни 1, 2 и 3 94
15 Разрабатываемые способы контроля 99
Приложение А (рекомендуемое) Дополнительные часы подготовки для инновационных способов радиографии 112
Приложение В (рекомендуемое) Полезные ссылки 114
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам 116

Предисловие

Международная организация по стандартизации (ИСО) — это международная федерация национальных организаций по стандартизации (членов ИСО). Разработка международных стандартов, как правило, осуществляется под руководством технических комитетов ИСО. Любая организация — член ИСО, заинтересованная в теме, для решения которой образован технический комитет, имеет право быть представленной в этом комитете. Кроме того, в тесном взаимодействии с ИСО в этой работе принимают участие государственные и негосударственные международные организации. ИСО тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (МЭК) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Правила, согласно которым разрабатывался настоящий документ, а также правила его дальнейшего сопровождения описаны в части 1 Директивы ИСО/МЭК. В частности, рекомендуется отметить, что для разных документов применяют разные критерии утверждения. Настоящий документ разработан в соответствии с редакционными правилами, описанными в части 2 Директивы ИСО/МЭК (см. www.iso.org/directives).

Следует обратить внимание на то, что некоторые элементы данного документа могут быть объектом патентных прав. ИСО не несет ответственность за выявление отдельных или всех патентных прав. Детали любых патентных прав, выявленных при разработке настоящего документа, будут внесены во введение и/или в список переданных в ИСО патентных деклараций (см. gost.e-ecolog.ru).

Любое торговое имя, использованное в настоящем документе, приведено в качестве информации для пользователя и не является свидетельством в его пользу.

Дополнительную информацию о добровольном характере стандартов, значении специальных терминов и формулировок ИСО, относящихся к оценке соответствия, а также о приверженности ИСО принципам Всемирной торговой организации (ВТО) в отношении технических барьеров в торговле (ТВТ) см. по адресу: gost.e-ecolog.ru .

Международный документ ISO/TS 25107:2019 подготовлен Техническим комитетом ИСО/ТК 135 «Неразрушающий контроль», Подкомитетом ПК 7 «Квалификация персонала».

Это первое издание отменяет и заменяет ISO/TR 25107:2006.

Все вопросы по данному документу рекомендуется направлять в национальные организации по стандартизации. Полный список этих организаций опубликован по адресу: gost.e-ecolog.ru .

Введение

Непременным условием развития услуг в области методов неразрушающего контроля (НК) является овладение персоналом НК необходимыми основополагающими техническими знаниями. Не располагая обоснованным представлением о том, какими техническими знаниями изначально обладает персонал, применяющий соответствующие методы, невозможно предпринимать какие-либо шаги по должному развитию услуг в области НК.

Значение неразрушающего контроля

Неразрушающий контроль вносит существенный вклад в обеспечение безопасности, развития экономики и экологического благополучия нашего общества.

Неразрушающий контроль является единственным возможным видом контроля, когда объект контроля не может быть разрушен, либо модифицирован, либо не может деградировать в процессе испытаний. Такие требования обычно применяют к объектам, подлежащим дальнейшему использованию после проведения контроля. Это, например, ответственные детали, трубопроводы, силовые установки, а также строительные конструкции, подвергающиеся контролю в процессе эксплуатации, и даже уникальные объекты археологии и культуры.

В основе НК лежат физические явления, происходящие на поверхности или во внутренней структуре объекта контроля. Часто требуется проводить расшифровку результатов контроля для получения достоверных результатов; иногда приходится комбинировать различные методы НК или проверять полученные результаты другими методами контроля.

Персонал НК и профессиональная этика

Персонал НК несет ответственность не только перед работодателем или подрядчиком, но и в отношении соблюдения требований добросовестного исполнения своих трудовых обязанностей. Результаты контроля, полученные персоналом НК, не увязываются и не ставятся в зависимость от процесса производства — в противном случае они не будут вызывать доверия. Персонал НК осознает значимость поставленной подписи и понимает, к каким последствиям для безопасности и здоровья людей и окружающей среды приводят недостоверные результаты контроля.

Таким образом, персонал НК несет ответственность за все расшифровки результатов контроля, под которыми поставлена его/ее подпись, и никогда не подписывает протоколы контроля, если их содержание выходит за пределы полномочий, определенных выданным ему/ей сертификатом.

В приложении В приведены обозначения стандартов, которые могут представлять интерес в плане применения положений, изложенных в настоящем стандарте.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Контроль неразрушающий

ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

Non-destructive testing. NDT training syllabuses

Дата введения — 2023—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт разработан с целью обеспечения гармонизации и поддержания общего стандарта подготовки персонала неразрушающего контроля (НК) для нужд промышленности и содержит требования и рекомендации к программам подготовки специалистов НК.

Кроме того, стандарт устанавливает минимальные требования для эффективной структурированной системы подготовки персонала НК, что должно обеспечить допуск персонала к квалификационным экзаменам, результатом чего станет возможность сертификации персонала третьей стороной в соответствии с общепризнанными стандартами. В дополнение к общим положениям НК, настоящий стандарт определяет направления разработки программ подготовки по акустико-эмиссионному, вихретоковому методам контроля, течеисканию, магнитному контролю, капиллярному контролю, радиографическому, ультразвуковому, визуальному, инфракрасному термографическому методам контроля и тензометрическому контролю.

Требования и рекомендации для образовательных организаций, осуществляющих подготовку в области НК, содержатся в ISO/TS 25108.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт [для датированной ссылки применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированной — последнее издание (включая все изменения)]:

ISO 9712, Non-destructive testing. Qualification and certification of NDT personnel (Неразрушающий контроль. Квалификация и сертификация персонала НК)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

ИСО и МЭК поддерживают терминологические базы данных для использования в стандартизации по следующим адресам:

- онлайн-платформа ИСО, доступна по адресу: gost.e-ecolog.ru
- Электропедия МЭК, доступна по адресу: gost.e-ecolog.ru

3.1 **настройка** (adjustment): Набор операций, выполняемых на измерительной системе с целью обеспечения выдачи системой надлежащих показаний, соответствующих заданным значениям измеряемой величины.

Примечание — Виды настройки измерительной системы включают настройку нуля измерительной системы, настройку смещения и настройку диапазона (иногда называемую настройкой усиления).

Издание официальное

4 Общие положения

4.1 Подготовка персонала НК

Программы подготовки сами по себе не являются гарантией того, что обучающийся приобретет компетентности, позволяющие ему демонстрировать надлежащие технические знания. Как это нередко бывает, в одной и той же группе есть обучающиеся, добивающиеся отличных результатов, в то время как другие обучающиеся оказываются неспособными освоить программу. ИСО 9712 устанавливает минимальные требования к подготовке кандидатов, обладающих достаточными навыками и предварительными знаниями. В противном случае им потребуется пройти дополнительную подготовку, в программу которой рекомендуется включить:

a) для уровней 1, 2 и 3 — математику;

b) для уровней 1, 2 и 3 — материаловедение и технологические процессы;

c) для уровня 3 — общий курс базовых знаний, применяемых при использовании всех методов НК.

Согласно ИСО 9712, для прямого доступа к экзаменам на уровень 2 требуется, чтобы общая продолжительность подготовки соответствовала продолжительности по уровням 1 и 2, а для прямого доступа к уровню 3 требуется продолжительность подготовки, указанная для уровней 1, 2 и 3.

ИСО 9712 также предоставляет возможность сокращения продолжительности подготовки для кандидатов, претендующих на получение сертификата по более чем одному методу либо обладающих определенными документами об образовании по предметам, смежным с НК. Таким образом, при разработке своей программы подготовки образовательным организациям рекомендуется внедрять программы подготовки, исходя из условий, в которых проводится подготовка, и принимая во внимание конкретный сектор (продукции/производственный) и разработанные или применяемые общепринятые специализированные курсы по всем методам НК.

4.2 Уровни компетентности

В соответствии с ИСО 9712 используется трехуровневая схема для определения уровней компетентности, определяющих требуемую глубину знаний и понимания предмета, а также способность к практическому применению материала.

Специалист уровня 1 должен:

- владеть общими знаниями в тематических областях;
- идентифицировать оборудование и вспомогательные средства;
- идентифицировать, какими общепризнанными документами руководствоваться в работе;
- оценивать применимость и соответствие материала;
- демонстрировать понимание путем выполнения работ по контролю в соответствии с инструкцией.

Специалист уровня 2 должен:

- иметь четкое понимание закономерностей и принципов;
- совершенствовать системные понятийные и всесторонние технические знания;
- повышать результативность практического применения знаний методик;
- знать и понимать содержание общепризнанных документов, которыми руководствуются в работе;
- стать профессионалом в применении знаний на практике;
- быть способным применять принципы и способы контроля к ситуациям контроля;
- быть способным анализировать информацию и делать предварительные выводы.

Специалист уровня 3 должен:

- иметь глубокое понимание закономерностей и принципов;
- углублять всесторонние технические знания методик;
- быть профессионалом в применении знаний на практике;
- квалифицированно пользоваться документами, которыми руководствуются в работе;
- быть способным анализировать информацию и делать выводы;
- быть способным применять принципы и способы контроля к новым ситуациям контроля.

Примечание — В тех случаях, когда в таблицах с 1 по 21 темы/учебные предметы/содержание учебного курса отмечаются как обязательные для изучения представителями различных уровней компетентности, это означает, что на каждом более высоком уровне требуется их более глубокое изучение.

4.3 Общие вопросы условий проведения контроля и требования по охране труда

4.3.1 Неразрушающий контроль часто применяют в условиях, в которых безопасность дефектоскописта находится под угрозой или когда применение конкретного метода или способа НК само по себе может представлять угрозу для безопасности дефектоскописта, а также тех, кто оказывается рядом.

По этой причине изучение охраны труда должно быть важнейшим элементом любой программы подготовки персонала НК. Рекомендуется, чтобы подготовка по данной учебной дисциплине имела продолжительность, соответствующую ее значимости, и проводилась как дополнение к технической подготовке, непосредственно относящейся к конкретному методу НК.

4.3.2 Подготовке по радиографическому контролю должна предшествовать дополнительная подготовка по курсу радиационной безопасности.

4.3.3 Общие вопросы охраны труда включают следующие вопросы, но не ограничиваются только ими:

- условия окружающей среды (жара, холод, влажность);
- токсичность (материалов НК, контролируемой продукции, атмосферы);
- радиационная безопасность (материалов НК, продукции);
- электробезопасность (оборудование НК, смертельно опасные напряжения, электромагнитная совместимость технических средств);
- вероятность травмирования персонала (высотные работы либо работа в опасных условиях окружающей среды);
- средства индивидуальной защиты (спецодежда, радиационные дозиметры);
- безопасность при испытаниях давлением.

5 Радиографический контроль (RT). Уровни 1, 2 и 3

Подготовку по курсу радиографического контроля следует проводить в соответствии с содержанием таблиц 1 и 2.

Таблица 1 — Общее содержание программы подготовки

		Уровень 1 (% от общей продолжительности)	Уровень 2 (% от общей продолжительности)	Уровень 3 (% от общей продолжительности)
5.1	Вводный курс по терминологии и истории радиографического контроля (RT)	3	1	1
5.2	Физические принципы метода и связанные с ним знания	15	10	15
5.3	Знание объекта и возможностей метода и способов контроля	15	15	20
5.4	Оборудование	25	20	25
5.5	Предварительная информация по контролю	5	8	5
5.6	Проведение контроля	30	25	2,5
5.7	Оценка и отчетность	5	10	7,5
5.8	Оценка допустимости	0	5	10
5.9	Вопросы обеспечения качества	2	5	8
5.10	Перспективные разработки	0	1	6

Примечание — Приложение А содержит рекомендации по организации процесса подготовки по применению перспективных способов в радиографии.

Таблица 2 — Радиографический контроль (RT). Уровни 1, 2 и 3

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
5.1 Вводный курс по терминологии и истории радиографического контроля (RT)	История		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Назначение НК	В чем суть контроля?	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Цель контроля?	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		На каком этапе жизненного цикла проводится НК продукта?	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Откуда появляется добавленная стоимость?	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Кто может проводить НК?	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Основные методы НК	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Назначение радиографического контроля (RT)	Определение	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Возможность применения и ограничения	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Термины	Электромагнитное излучение	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Энергия	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Доза	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Мощность дозы	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Длина волны	X	X	X		X	X		X	X
		Интенсивность	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Постоянная мощности дозы	X	X	X		X	X		X	X
		Активность	X	X	X	X	X	X			X
	Соответствующие стандарты	См. приложение В		X	X		X	X		X	X

Продолжение таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
5.2 Физические принципы метода и связанные знания Понятия, необходимые для понимания физических принципов радиографического контроля (физика, математика), могут быть предметом изучения на предварительном курсе	Общие сведения	Структура атома	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Спектр электромагнитного излучения	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Источники излучения и его свойства:									
		- рентгеновское излучение	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		- гамма-излучение	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		- нейтронное излучение			X			X			X
		Спектр рентгеновского и гамма-излучения	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Основные параметры радиографии:									
		- напряжение	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		- ток	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		- активность	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Фильтры излучения		X	X		X	X		X	X
		Фокусное пятно	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Доза	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Мощность дозы	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Постоянная мощности дозы	X	X	X		X	X		X	X
	Ослабление излучения	Общий механизм взаимодействия:									
		- фотоэлектрический эффект	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		- Комптон-эффект	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		- образование электрон-позитронных пар	X	X	X		X	X		X	X

Продолжение таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Слои половинного и десятикратного ослабления и закон ослабления	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Увеличение жесткости излучения	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Рассеянное излучение и коэффициент накопления	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Фильтрация и коллимация	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Рентгеновская флуоресценция	X	X	X	X		X		X	X
		Ослабление потока нейтронов и электронов			X			X			X
	Радиационный контраст, шум	Контраст, шум, гранулярность	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Удельный контраст		X	X		X	X		X	X
		Влияние рассеянного излучения	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Отношение сигнал/шум SNR				X	X	X	X	X	X
		Отношение контраст — шум					X	X		X	X
		Нерезкость	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Базовое пространственное разрешение				X	X	X	X	X	X
		Размер пикселя				X	X	X	X	X	X
		Нормализованное отношение сигнал/шум (SNR_N)				X	X	X		X	X
	Оптимизация качества изображения	Принципы компенсации:									
		- контраст и отношение сигнал/шум (SNR)					X	X		X	X
		- базовое пространственное разрешение и отношение сигнал/шум (SNR)					X	X		X	X

Продолжение таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- местная нерезкость и отношение сигнал/шум (SNR)					X	X		X	X
		Защита от рассеянного излучения	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Максимальное/оптимальное напряжение на рентгеновской трубке		X	X		X	X		X	X
	Геометрические условия просвечивания	Геометрическая и собственная нерезкость	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Геометрическое увеличение		X	X		X	X	X	X	X
		Влияние увеличения		X	X	X	X	X	X	X	X
		Оптимальное увеличение			X		X	X		X	X
		Различия между радиографией и радиоскопией		X	X		X	X		X	X
		Закон обратных квадратов	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Индикаторы качества изображения	Проволочного типа	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Ступенчатого с отверстиями типа	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Пластинчатого с отверстиями типа	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Двухпроволочного (дуплексного) типа	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Измерение базового пространственного разрешения		X	X		X	X		X	X
		Сходящиеся пары линий			X		X	X		X	X
		Шаблон пар линий (функция передачи модуляции — MTF)			X			X			X

Продолжение таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
5.3 Знание объекта и возможностей метода и способов контроля	Общие сведения о недопустимых дефектах	Краткий обзор технологических процессов:									
		- литье		X	X		X	X		X	X
		- ковка		X	X		X	X			X
		- сварка		X	X		X	X		X	X
		- трубы различных размеров и назначения		X	X		X	X			X
		- металлопродукция, полученная процессами давления		X	X		X	X			X
		- композиционный материал		X	X		X	X		X	X
		Типы несплошностей	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Механика разрушений			X			X			X
		Рабочая нагрузка			X			X			X
		Свойства материала		X	X		X	X		X	X
		Происхождение недопустимых дефектов		X	X		X	X		X	X
		Оценка		X	X		X	X		X	X
	Влияние на обнаружение	Тип недопустимого дефекта	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Размер	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Пространственная ориентация	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Число экспозиций		X	X		X	X		X	X
		Направление пучка	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Геометрические искажения								X	X
		Увеличение толщины стенки		X	X		X	X		X	X
		Диапазоны толщин для рентгеновского и гамма-излучений		X	X		X	X		X	X

Продолжение таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Число экспозиций с учетом углового искажения (трубы различных размеров)		X	X		X	X		X	X
5.4 Оборудование	Источники излучения — источники рентгеновского излучения	Типовые источники:									
		- типы источников	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		- сравнение стационарных и мобильных источников	X	X	X	X	X	X			
		- устройство и принцип действия рентгеновских трубок	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		- сравнение униполярных и биполярных трубок		X	X		X	X		X	X
		Специальные источники		X	X		X	X		X	X
		Генерирование высокого напряжения		X	X		X	X		X	X
		Охлаждение	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Порядок обращения с источниками	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Параметры:									
		- кВ	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		-мА	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		- размер пятна	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Измерение параметров		X	X		X	X		X	X
	Источники излучения — гамма-источники	Транспортный контейнер									
		- экранирование	X	X	X	X	X	X			
		- классы контейнеров			X			X			
		Транспортирование	X	X	X	X	X	X			

Продолжение таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Держатель источника излучения и радиационная головка:									
		- порядок обращения и процесс облучения	X	X	X	X	X	X			
		- особенности конструкции		X	X		X	X			
		- коллимация	X	X	X	X	X	X			
		Параметры:									
		- тип изотопа	X	X	X	X	X	X			
		- спектр	X	X	X	X	X	X			
		- энергия	X	X	X	X	X	X			
		- активность	X	X	X	X	X	X			
		- размер источника	X	X	X	X	X	X			
		- период полураспада	X	X	X	X	X	X			
	Пленка радиографическая	Структура	X	X	X			X			
		- природа скрытого изображения	X	X	X			X			
		- подложка, эмульсия, бромид серебра, размер зерна, форма зерна	X	X	X			X			
		- процесс получения снимка	X	X	X			X			
		Обработка:									
		- свойства пленочных систем	X	X	X			X			
		- характеристическая кривая пленки	X	X	X			X			
		- градиент пленки, контрастность пленки, чувствительность	X	X	X			X			
		- влияние процесса обработки пленки	X	X	X						

Продолжение таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- чувствительность	X	X	X						
		- зернистость	X	X	X						
		- четкость снимка		X	X						
		Классификация пленочных систем	X	X	X						
		Обеспечение качества при помощи контрольных пленочных полос		X	X						
		Экраны для пленки:									
		- типы экранов	X	X	X						
		- собственная нерезкость	X	X	X						
		- эффект усиления	X	X	X						
		- эффект фильтрации	X	X	X						
		- экраны для кобальта 60 и линейного ускорителя	X	X	X						
		Работа с таблицами экспозиций	X	X	X						
	Проявка пленки и условия проявочной комнаты	Обустройство темной комнаты	X	X	X						
		Сравнение ручной и автоматической проявки	X	X	X						
		Ванны:									
		- различные типы ванн	X	X	X						
		- обеспечение качества в условиях темной комнаты	X	X	X						
		Процесс проявки:						X			
		- принципы	X	X	X						
		- проявочное оборудование, настройка	X	X	X						

Продолжение таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- проверки соблюдения параметров проявки	X	X	X						
		- хранение неэкспонированных пленок	X	X	X						
		- проверка светоизоляции темной комнаты	X	X	X						
		- проверка на вуаль	X	X	X						
		- время осветления	X	X	X						
		- учетная ведомость	X	X	X						
		Применение контрольных пленочных полос	X	X	X						
	Компьютерная радиография (CR), запоминающие пластины	Запоминающие люминесцентные пластины:									
		- вводный курс				X	X	X			
		- устройство				X	X	X			
		Запоминающая пластина и сканер для компьютерной радиографии				X	X	X			
		Классификация систем компьютерной радиографии					X	X			
		Обеспечение качества (фантом)					X	X			
		Условия экспозиции				X	X	X			
		Работа с таблицами экспозиций				X	X	X			
		Порядок обращения (с запоминающими пластинами)				X	X	X			
		Выбор системы					X	X			

Продолжение таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	DDA	Цифровые матричные детекторы (DDA):									
		- вводный курс				X	X	X	X	X	X
		- устройство				X	X	X	X	X	X
		Непрямое преобразование					X	X		X	X
		Прямое преобразование					X	X		X	X
		Матрицы ПЗС (CCD), на аморфном кремнии (a-Si), КМОП (CMOS)					X	X		X	X
		Настройка детектора					X	X		X	X
		Обеспечение качества					X	X		X	X
		Условия экспозиции					X	X		X	X
		Порядок обращения с детекторами				X	X	X	X	X	X
		Выбор системы						X			X
	LDA	Линейные матричные детекторы (LDA):									
		- вводный курс				X	X	X	X	X	X
		- устройство					X	X		X	X
		Области применения					X	X		X	X
		Сравнение с цифровыми матричными детекторами					X	X		X	X
		Обеспечение качества (фантом)					X	X		X	X
		Условия экспозиции и графики					X	X		X	X
		Порядок обращения					X	X		X	X
		Выбор системы						X			X

Продолжение таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Электронно-оптические преобразователи, флюороскоп	Вводный курс						X	X	X	X
		Устройство							X	X	X
		Области применения							X	X	X
		Обеспечение качества (фантом)								X	X
		Условия экспозиции и графики								X	X
		Порядок обращения							X	X	X
		Выбор системы									X
		Сравнение с цифровыми матричными детекторами								X	X
	Оцифровка радиографических пленок	Устройство сканера:									
		- фотосканеры		X	X						
		- сканеры с построчным сканированием		X	X						
		- лазерные сканеры		X	X			X			
		Обеспечение качества (фантом)		X	X			X			
		Порядок обращения, архивация		X	X			X			
		Выбор системы			X			X			
		Классификация		X	X		X	X			
	Вспомогательные средства	Оборудование:									
		- свинцовые буквы и ленты	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		- удерживающие магниты	X	X	X	X	X	X			
		- свинцовые экраны, коллиматоры, маски	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		- резиновые ремни	X	X	X	X	X	X			
		- средства радиационной защиты	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Продолжение таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Сбор данных, настройка детектора	Аналогово-цифровое преобразование				X	X	X	X	X	X
		Структура ЭВМ:									
		- процессор, память, шина, диск				X	X	X	X	X	X
		- загрузка и сохранение цифровых изображений				X	X	X	X	X	X
		- форматы изображений				X	X	X	X	X	X
		Интегрирование изображения:									
		- интегрирование на чипе/длительность кадра				X	X	X	X	X	X
		- интегрирование в памяти/число кадров				X	X	X	X	X	X
		- установка оптимального усиления и динамического диапазона					X	X		X	X
		- сравнение накопления и интегрирования					X	X		X	X
5.5 Предварительная информация по контролю	Сведения об объекте контроля	Идентификация или обозначение, материал:									
		- объект, подлежащий контролю	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		- технология изготовления	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		- каталог недопустимых дефектов		X	X		X	X		X	X
		- объем контроля	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Условия проведения контроля и применение положений стандартов	Доступность для осмотра и контроля		X	X		X	X		X	X
		Инфраструктура		X	X		X	X		X	X
		Конкретные условия контроля		X	X		X	X		X	X

Продолжение таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Стандарт на применение		X	X		X	X		X	X
		Этап производства или жизненного цикла объекта, на котором должен проводиться НК		X	X		X	X		X	X
		Стандарты, имеющие отношение к объекту контроля		X	X		X	X		X	X
		Требования к персоналу НК		X	X		X	X		X	X
		Критерии приемки		X	X		X	X		X	X
	Способ и последовательность проведения контроля	Состояние поверхности		X	X		X	X		X	X
		Подготовка поверхности		X	X		X	X		X	X
		Документы, оформляемые по итогам контроля		X	X		X	X		X	X
	Инструкции	Подготовка письменной методики			X			X			X
		Подготовка письменной инструкции		X	X		X	X		X	X
		Проведение контроля в соответствии с письменной инструкцией	X			X			X		
		Изложение положений стандартов, правил и методик			X			X			X
5.6 Проведение контроля	Стандартная практика и стандарты оценки	Выбор способа контроля:									
		- различные схемы просвечивания		X	X		X	X		X	X
		- расшифровка изображений		X	X		X	X		X	X
		- оценка дефектов		X	X		X	X		X	X
		- применение каталогов		X	X		X	X		X	X
		- измерение размеров дефектов		X	X		X	X		X	X

Продолжение таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
5.7 Оценка и отчетность	Основы оценки	Условия просмотра:									
		- условия в помещении	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		- продолжительность просмотра	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		- продолжительность промежутка времени, прошедшего с момента ослепления	X	X	X						
		- освещенность		X	X		X	X		X	X
		- измерение плотности	X	X	X						
		- полосы Маха		X	X						
		Негатоскоп:									
		- введение	X	X	X						
		- минимальная освещенность		X	X						
		- коэффициент гомогенности		X	X						
	Влияние физических особенностей человека	Особенности зрения		X	X		X	X		X	X
		Адаптация зрения перед просмотром		X	X						
	Оценка радиографических снимков	Проверка качества изображения	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Отчет о дефектах		X	X		X	X		X	X
	Заключение о контроле	Соответствие стандартам по контролю		X	X		X	X		X	X
		Соответствие качеству контроля		X	X		X	X		X	X
		Достигнутый класс контроля	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Достигнутый объем диагностирования объекта контроля	X	X	X	X	X	X		X	X

Продолжение таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Цифровая обработка изображения	Структура изображения, квантование (биты и байты)				X	X	X	X	X	X
		Основные операции:									
		- элемент изображения (пиксель)				X	X	X	X	X	X
		- градация серого				X	X	X	X	X	X
		Точечные операции:									
		- контраст				X	X	X	X	X	X
		- яркость				X	X	X	X	X	X
		- гамма-коррекция изображения				X	X	X	X	X	X
		- гистограмма					X	X		X	X
		- таблица цветности (LUT)					X	X		X	X
		Матричные операции, фильтры:					X	X		X	X
		- сглаживание, улучшение отношения сигнал/шум (SNR)					X	X		X	X
		- проходной фильтр высоких частот, градиентный					X	X		X	X
		- усиление контуров, распознавание линий					X	X		X	X
		- медианный фильтр					X	X		X	X
	Автоматизированная расшифровка изображений	Инструменты для измерения:									
		- настройка					X	X		X	X
		- линейный профиль					X	X		X	X
		- измерение длины дефекта					X	X		X	X
		- измерение площадей					X	X		X	X
		- измерение глубины					X	X		X	X

Продолжение таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Коррекция исходных данных:									
		- введение					X	X		X	X
		- линеаризация, таблица цветности (LUT)						X			X
		- интерполяция плохих пикселей						X			X
		Принципы					X	X		X	X
		Преобразование в двоичную форму						X		X	X
		Измерение размеров					X	X		X	X
5.8 Оценка допустимости	Классификация дефектов	Тип		X	X		X	X		X	X
		Размер		X	X		X	X		X	X
		Пространственное положение		X	X		X	X		X	X
		Частота		X	X		X	X		X	X
		Влияние процесса производства и свойств материала		X	X		X	X		X	X
5.9 Вопросы обеспечения качества	Квалификация персонала	ИСО 9712	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Другие системы квалификации и сертификации в области НК			X			X			X
	Документация	Формат и объем рабочих методик			X			X			X
		Квалификация методик НК			X			X			X
		Допуск (НК инструкции, методики и персонала)			X			X			X
		Разработка письменной инструкции		X	X		X	X		X	X
		Работа с точным соблюдением письменной инструкции	X			X			X		

Окончание таблицы 2

Содержание			RT-F (пленочный)			RT-D (цифровой)			RT-S (радиоскопия)		
			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Прослеживаемость документации		X	X		X	X		X	X
		Надежность измерений		X	X		X	X		X	X
	Знание стандартов на применение НК и стандартов на продукцию	Выбор правильного способа НК		X	X		X	X		X	X
		Применение правильных параметров контроля		X	X		X	X		X	X
		Выбор метода НК			X			X			X
		Профессиональная подготовка по специальности		X	X		X	X		X	X
		Проверка оборудования		X	X		X	X		X	X
5.10 Перспективные разработки	Специальные способы	Стереорадиография		X	X		X	X		X	X
		Компьютерная томография (CT):									
		- введение			X		X	X		X	X
		- геометрия контроля					X	X		X	X
		- сравнение двухмерного (2D) и трехмерного (3D) изображений						X			X
		- принципы восстановления изображения						X			X
		- изображения, восстановленные на основе обратной фильтрации						X			X
		- области применения			X		X	X			X
		- требования и ограничения			X			X			X
		Сравнение пленочной и цифровой радиографии		X	X		X	X		X	X

6 Ультразвуковой контроль (UT). Уровни 1, 2 и 3

Подготовку по курсу ультразвукового контроля следует проводить в соответствии с содержанием таблиц 3 и 4.

Таблица 3 — Общее содержание программы подготовки

Содержание	Уровень 1 (% от общей продолжительности)	Уровень 2 (% от общей продолжительности)	Уровень 3 (% от общей продолжительности)
6.1 Вводный курс по терминологии и истории ультразвукового контроля (UT)	1	1	1
6.2 Физические принципы метода и связанные с ним знания	12	12	22
6.3 Знание объекта и возможностей метода и способов контроля	30	24	3
6.4 Оборудование	15	8	13
6.5 Предварительная информация по контролю	1	11	13
6.6 Проведение контроля	30	27	19
6.7 Оценка и отчетность	10	8	11
6.8 Оценка допустимости	0	5	6
6.9 Вопросы обеспечения качества	1	4	7
6.10 Перспективные разработки	0	0	5

Таблица 4 — Ультразвуковой контроль (UT). Уровни 1, 2 и 3

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
6.1 Вводный курс по терминологии и истории ультразвукового контроля (UT)	Обязанности персонала НК		X	X	
	Обзорный материал по общим стандартам и стандартам на продукцию				X
	Терминология		X	X	X
6.2 Физические принципы метода и связанные знания Понятия, необходимые для понимания физических принципов ультразвукового контроля (физика, математика), могут стать предметом изучения на предварительном курсе	Обзор основ математики	Алгебра	X		
		Тригонометрия	X		
		Логарифмы	X		
	Физические определения и основные параметры	Синусоидальное движение	X	X	
		Амплитуда	X	X	
		Период колебаний	X	X	
		Частота	X	X	
		Скорость	X	X	
		Акустический импеданс	X	X	
		Акустическое давление	X	X	X
		Факторы, влияющие на отражение и прохождение (только для пучка, перпендикулярного к поверхности)		X	
		Изотропные материалы	X		X

Продолжение таблицы 4

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Анизотропные материалы		X	X
	Волны	Синусоидальное движение	X		
		Амплитуда	X		
		Частота	X		
		Длина волны	X		
		Скорость распространения акустических волн	X		
		Продольные (волны)	X	X	
		Поперечные (волны)	X	X	
		Волны Рэлея (поверхностные волны)	X	X	X
		Головные волны		X	X
		Нормальные волны		X	X
	Прохождение и отражение	Физические явления на границах раздела сред при перпендикулярном падении волны	X	X	
		- прохождение	X	X	
		- отражение	X	X	
		- интерференция	X	X	
		- дисперсия	X	X	X
		Закон Снеллиуса	X	X	
		Зависимость скорости звука от упругих свойств среды			X
		Физические явления на границах раздела сред при наклонном падении пучка	X	X	
		- прохождение	X	X	
		- отражение	X	X	
		- преломление	X	X	
		Угловые отражатели	X	X	
		- отражение	X	X	
		- трансформация волн	X	X	
		Электрострикция			X
		Магнитострикция			X
		Генерирование кратковременного электрического импульса			X
		С помощью лазера			X
		С помощью пьезоэффекта	X	X	
		С помощью обратного пьезоэффекта	X	X	

Продолжение таблицы 4

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Характеристики активного элемента преобразователя	Материал	X	X	
		Размеры	X	X	
		Частота	X	X	
		Пьезоэлектрические постоянные	X	X	
	Акустические поля дискообразного активного элемента преобразователя	Ближняя зона (зона Френеля)	X	X	
		Дальняя зона (зона Фраунгофера)	X	X	
		Расхождение пучка	X	X	
		Влияние частоты и диаметра активного элемента	X	X	
6.3 Знание объекта и соответствующей возможности метода и способов контроля	Общие сведения о недопустимых дефектах	Литье	X	X	
		Ковка	X	X	
		Сварка	X	X	
		Трубы различных размеров и назначения	X	X	
		Металлопродукция, полученная процессами давления	X	X	
		Композиционный материал	X	X	
	Реализация способов контроля	В зависимости от объекта контроля	X	X	
		В зависимости от ожидаемых несплошностей	X	X	
		Стандарты, спецификации, нормы и правила		X	
	Основные характеристики образца	Влияние состояния поверхности	X	X	
		Геометрия (дополнительные эхо-сигналы, вызванные наклонным падением и расхождением пучка)	X	X	
		Структура (затухание звука)	X	X	
		Выбор преобразователя		X	
		- конструкция образца, учитывающая специфику контроля			X
		Способ контроля, учитывающий задачу контроля		X	
		- имитации			X
6.4 Оборудование	Ультразвуковые приборы	Цифровые приборы	X	X	
		- устройство	X	X	
		- назначение	X	X	
		- генерация импульсов	X	X	
		- прием сигналов	X	X	
		- усиление	X	X	

Продолжение таблицы 4

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- развертка типа А	X	X	
		- радиосигнал	X	X	
		- выпрямление	X	X	
		- измерение по пику и по фронту	X	X	
		Сравнение аналоговых и цифровых приборов		X	X
		Ультразвуковой толщиномер	X	X	
		Автоматизированные и полуавтоматизированные системы		X	X
		Ручной			X
		Скорость			X
		Приращение			X
		Повторяемость			X
		Частота выборки			X
	Преобразователи	Прямой	X	X	
		- устройство	X	X	
		- применение	X	X	
		Наклонный	X	X	
		- устройство	X	X	
		- физические явления на границе раздела призма/образец	X	X	
		- критические углы	X	X	
		- углы, обычно применяемые для контроля стальных объектов	X	X	
		- акустическое поле	X	X	
		- точка выхода преобразователя	X	X	
		- угол ввода пучка	X	X	
		- изменение точки выхода преобразователя и угла ввода из-за износа или протекторов	X	X	
		- контроль прямым пучком и однократно отраженным	X	X	
		- применение	X	X	
		Раздельно-совмещенный преобразователь	X	X	
		- устройство	X	X	
		- ошибка при отклонении	X	X	
		- акустическое поле	X	X	
		- настройка	X	X	

Продолжение таблицы 4

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- применение	X	X	
		Динамический диапазон			X
		Иммерсионные преобразователи (фокусирующие, сферические, цилиндрические, с поверхностью Ферма)		X	X
		Измерение длительности импульса			X
		Практическое измерение характеристик по направлениям			X
		Протектор (задержка в призме)			X
	Контактная среда		X	X	
	Соединительные кабели	Длина			X
		Импеданс			X
	Контрольные образцы и калибровочные блоки	Калибровочный блок № 1	X	X	X
		Калибровочный блок № 2	X	X	X
		Контрольные образцы	X	X	X
		Разрешающая способность	X	X	X
		- в ближней зоне	X	X	X
		- в дальней зоне	X	X	X
6.5 Предварительная информация по контролю	Информация об объекте контроля	Характерные особенности или обозначение материала	X	X	X
		- объект, подлежащий контролю	X	X	X
		- технология изготовления	X	X	X
		- каталог недопустимых дефектов		X	X
		- объем контроля	X	X	X
	Условия проведения контроля и применение положений стандартов	Доступность для осмотра и контроля		X	X
		Инфраструктура			X
		Конкретные условия контроля		X	X
		Стандарт на применение		X	X
		Этап производства или жизненного цикла объекта, на котором должен проводиться НК			X
		Стандарты, имеющие отношение к объекту контроля		X	X
		Требования к персоналу НК		X	X
		Критерии приемки			X
	Способ и последовательность проведения контроля	Состояние поверхности	X	X	
		Подготовка поверхности	X	X	

Продолжение таблицы 4

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Документы, оформляемые по итогам контроля		X	
	Инструкции	Подготовка письменной методики			X
		Подготовка письменной инструкции		X	
		Проведение контроля в соответствии с письменной инструкцией	X		
6.6 Проведение контроля	Способы	Эхо-импульсный и прохождения	X	X	
		Контактный	X	X	
		Тандем способ		X	
		Иммерсионный способ		X	
		Дифракционно-временной способ (TOFD)		X	
		Способ фазированной решетки		X	
		Способы ультразвукового измерения толщины	X	X	
		Контрольные отражатели (законы зависимости от расстояния и размера)		X	
		Проверка оборудования в сборе	X	X	
		- способ амплитуда-расстояние-диаметр (АРД)		X	
		- контроль группой преобразователей			X
		- электромагнитный акустический активный элемент (EMAT)		X	
		Установка диапазона	X	X	
		- настройка по одной точке	X	X	
		- настройка по двум точкам	X	X	
		Установка чувствительности	X	X	
		- контрольные отражатели (донный сигнал, боковое цилиндрическое отверстие, плоскодонный дисковый отражатель)	X	X	
		- способ с использованием одного отражателя (контрольный уровень)	X	X	
		- ультразвуковой контроль бесконтактный			X
		- направленные волны		X	X
		- контроль в условиях высоких температур		X	X
		Различные способы измерений размеров		X	
		- принципы		X	
		- ограничения		X	
		- требования к контрольным образцам	X	X	

Продолжение таблицы 4

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- способ коррекции амплитуды в зависимости от расстояния (ВРЧ)	X	X	
		- корректировка усиления	X	X	
		- установка усиления (уровень контроля)	X	X	
		- ошибки при оценке амплитуды эхо-сигнала	X	X	
		Лазерный ультразвуковой контроль			X
		Проверка эффективности методик и инструкций			X
6.7 Оценка и отчетность	Расшифровка	Соответствующие стандарты			X
		Соответствующие спецификации			X
		Соответствующие нормы и правила			X
		Оценка (обычными способами или с применением вычислительной техники, например, эхотомография, метод синтезированной фокусированной апертуры)			X
		Процесс сохранения данных (например, годограф амплитуды и времени прихода сигнала (ALOK))			X
	Способы обнаружения, определения местоположения и размеров	Обнаружение	X	X	
		Различие между сигналами от недопустимого дефекта и геометрии	X	X	
		Определение местоположения (вычисления, правила тригонометрии)	X	X	
		Расшифровка		X	
		Оценка		X	
		Развертка типа A	X	X	X
		Развертка типа B		X	X
		Развертка типа C		X	X
		Развертка типа D			X
		Развертка типа E			X
		Развертка типа F			X
		Развертка типа P			X
		Развертка типа S			X
		Запись результатов	X	X	
		Классификация результатов	X	X	
		Уровни приемки	X	X	
		Оценка амплитуды эхо-сигнала по АРД-диаграмме		X	

Окончание таблицы 4

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Определение размеров способом половины амплитуды	X		
		Определение размеров способом уменьшения сигнала до установленного уровня		X	
		Оценка сигнала с использованием одного отражателя и с использованием DAC-кривой (АРК-кривой)	X	X	
		Отчетность	X	X	
		Проверка путем сопоставления содержания протоколов контроля, инструкций и методик			X
6.8 Оценка допустимости	Оценка и подтверждение протоколов контроля	Применение критериев приемки в соответствии со стандартами, правилами и методиками		X	
6.9 Вопросы обеспечения качества	Квалификация персонала	ИСО 9712	X	X	X
		Другие системы квалификации и сертификации в области НК		X	X
	Документация	Прослеживаемость документации		X	X
		Проверка оборудования		X	X
		Надежность измерений		X	X
		Формат рабочих методик			X
6.10 Перспективные разработки	Новейшие разработки для промышленного и научного применения ультразвукового контроля	Фазированная решетка	X	X	X
		Дифракционно-временной способ	X	X	X
		Ультразвуковой контроль дальнего действия [метод направленных (guided) волн]	X	X	X
		Компьютерное моделирование			X

7 Вихретоковый контроль (ET). Уровни 1, 2 и 3

Подготовку по курсу вихретокового контроля следует проводить в соответствии с содержанием таблиц 5 и 6.

Таблица 5 — Общее содержание программы подготовки

Содержание		Уровень 1 (% от общей продолжительности)	Уровень 2 (% от общей продолжительности)	Уровень 3 (% от общей продолжительности)
7.1	Вводный курс по терминологии и истории вихретокового контроля (ET)	1	1	2
7.2	Физические принципы метода и связанные с ним знания	15	16	17
7.3	Знание объекта и возможностей метода и способов контроля	10	10	15
7.4	Оборудование	24	17	15

Окончание таблицы 5

Содержание	Уровень 1 (% от общей продолжительности)	Уровень 2 (% от общей продолжительности)	Уровень 3 (% от общей продолжительности)
7.5 Предварительная информация по контролю	4	19	26
7.6 Проведение контроля	37	19	4
7.7 Оценка и отчетность	5	8	8
7.8 Оценка допустимости	0.0	4	4
7.9 Вопросы обеспечения качества	4	4	4
7.10 Перспективные разработки	0.0	2	5

Таблица 6 — Вихретоковый контроль (ET). Уровни 1, 2 и 3

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
7.1 Вводный курс по терминологии и истории вихретокового контроля (ET)	История		X	X	X
	Назначение НК	В чем суть контроля?	X	X	X
		Цель контроля?	X	X	X
		На каком этапе жизненного цикла объекта проводится НК?	X	X	X
		Влияние НК на добавленную стоимость	X	X	X
		Кто может проводить НК?	X	X	X
		Основные методы НК	X	X	X
	Назначение вихретокового контроля (ET)	Определение	X		
		Возможность применения и ограничения	X		
7.2 Физические принципы и связанные знания Понятия, необходимые для понимания физических принципов вихретокового контроля (физика, математика), могут стать предметом изучения на предварительном курсе	Электричество	Постоянный ток	X	X	X
		- ток	X	X	X
		- напряжение	X	X	X
		- сопротивление	X	X	X
		- проводимость	X	X	X
		- закон Ома	X	X	X
		- удельное сопротивление	X	X	X
		- удельная проводимость	X	X	X
		Единицы измерения	X	X	X
		- значения удельной проводимости для некоторых металлов	X	X	X
		Переменный ток	X	X	X
		- синусоидальный ток	X	X	X
		- напряжение	X	X	X

Продолжение таблицы 6

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- амплитуда	X	X	X
		- частота	X	X	X
		- период	X	X	X
		- фаза	X	X	X
		- векторное представление	X	X	X
		Другие периодические переменные токи	X	X	X
	Магнетизм	Магнитное поле	X	X	X
		Силовые линии		X	X
		Сила магнитного поля	X	X	X
		Проницаемость	X	X	X
		Плотность потока (индукция в силовом поле)	X	X	X
		Поток	X	X	X
		Петля гистерезиса	X	X	X
		Единицы измерения	X	X	X
		Диамагнетизм		X	X
		Парамагнетизм		X	X
		Ферромагнетизм		X	X
		Магнитное сопротивление		X	X
		Магнитодвижущая сила		X	X
	Электромагнетизм	Магнитное поле, создаваемое током (провод, катушка)	X	X	X
		Явление электромагнитной индукции	X	X	X
		Индуктивность	X	X	X
		Взаимная индуктивность		X	X
		Электромагнитное взаимодействие	X	X	X
		Индукционные токи	X	X	X
		Вторичное поле	X	X	X
		Правило Ленца	X	X	X
		Распределение вихревых токов в проводящих материалах	X	X	X
		- плоская волна		X	X
		- глубина проникновения	X		
		- стандартная глубина проникновения		X	X
		- амплитуда	X	X	X

Продолжение таблицы 6

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- фаза	X	X	X
		Цилиндрические проводники		X	X
		- характеристическая частота	X	X	X
		Реальная (практическая) глубина проникновения		X	X
		Полное сопротивление (импеданс)	X	X	X
		- изображение на комплексной плоскости		X	X
		- диаграмма плоскости полных сопротивлений		X	X
	Прочие способы	Импульсные вихревые токи			X
		Датчики магнитного поля			X
		Измерение поля переменного тока			X
		Удаленные поля вихревых токов			X
	Моделирование	Аналитические расчеты вихретоковых испытаний			X
7.3 Знание объекта и соответствующей возможности метода и способов контроля	Дефектология	Производственные несплошности		X	X
		Эксплуатационные несплошности		X	X
		Свойства материалов, влияющие на результаты вихретокового контроля		X	X
		- проводимость		X	X
		- проницаемость		X	X
		Характеристики объектов контроля, влияющие на результаты вихретокового контроля		X	X
		- состояние (поверхность, термообработка, холодная обработка/наклеп)		X	X
		- температура		X	X
		- форма		X	X
		- толщина стенки		X	X
		- доступность для контроля		X	X
		Контролируемая продукция		X	
		- полуфабрикаты		X	
		- трубы		X	
		- трубы теплообменников		X	
		Механические детали (например, в автомобильной, железнодорожной, авиационной промышленности)		X	
		- сварные швы (например, для конструкций на шельфе)		X	

Продолжение таблицы 6

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Характеристики дефектов, влияющие на их обнаружение		X	
		- отношение ширины к глубине		X	
	Области применения вихретокового контроля	Определение характеристик материала: проводимость, содержание ферритной фазы, сортировка металлов, сортировка по термообработке, толщина слоев химико-термической обработки (цементирование, азотирование …), толщина покрытия (проводящее или непроводящее) и получение данных о материале (твердость …)	X	X	X
		Обнаружение несплошностей: трещины (коррозионно-усталостное растрескивание, усталостное растрескивание), утончение стенок, коррозия, отложения …	X	X	X
	Возможности	Глубина проникновения	X	X	X
		Проводящие материалы	X	X	X
		Бесконтактный	X	X	X
		Высокая скорость контроля	X	X	X
		Высокая температура	X	X	X
		Мультиплексные технологии	X		
		Возможность механизации	X	X	X
	Способы	Одночастотный	X	X	X
		Многочастотный	X	X	X
		Многопараметрический	X	X	X
		Пульсирующий ток		X	X
		Мультиплексные технологии		X	X
		Удаленное поле		X	X
		Законы подобия для поверхностного контроля и контроля труб, характеристические/граничные частоты		X	X
	Стандарты, нормы и правила			X	X
7.4 Оборудование	Система вихретокового контроля	Прибор	X	X	X
		Применение общего назначения — базовые функции		X	X
		Специальные применения		X	X
		- импульсные вихревые токи			X
		- датчики магнитного поля			X

Продолжение таблицы 6

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- измерение поля переменного тока			X
		Механизированное оборудование		X	X
		Вихретоковые преобразователи	X	X	X
		- совмещенный		X	X
		- разделенный приемо-передающий датчик		X	X
		- накладной преобразователь		X	X
		- коаксиальный		X	X
		- устройство		X	X
		- матричные преобразователи (описание и принципы работы)		X	X
		Измерения	X	X	X
		- абсолютное измерение	X	X	X
		- дифференциальное измерение	X	X	X
		- импедансный контроль (параметрический)		X	X
	Вывод и отображение сигнала	- сигнал/шум	X	X	X
		- искажение/нелинейность	X	X	X
		- фильтры	X	X	X
	Контрольные образцы	Материал	X	X	X
		Конструкция		X	X
		Изготовление		X	X
		Хранение		X	X
	Стандарты, нормы и правила			X	X
7.5 Предварительная информация по контролю	Информация об объекте контроля	Письменные инструкции	X		
		Характерные особенности или обозначение материала	X	X	X
		- объект, подлежащий контролю	X	X	X
		- технология изготовления	X	X	X
		- каталог недопустимых дефектов		X	X
		- объем контроля		X	X
	Условия проведения контроля и применение положений стандартов	Доступность для осмотра и контроля		X	X
		Температура			X
		Влажность			X
		Пригодность к контролю			X

Продолжение таблицы 6

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Интерферирующие сигналы			X
		Электрические и/или магнитные помехи			X
		Инфраструктура			X
		Конкретные условия контроля		X	X
		Стандарт на применение		X	X
		Этап производства или жизненного цикла объекта, на котором должен проводиться НК			X
		Стандарты, имеющие отношение к объекту контроля		X	X
		Требования к персоналу НК		X	X
		Критерии приемки		X	X
	Способ и последовательность проведения контроля	Состояние поверхности		X	
		Подготовка поверхности		X	
		Документы, оформляемые по итогам контроля		X	
		Применяемое оборудование		X	
		Требования к записи		X	
	Инструкции	Подготовка письменной методики			X
		Подготовка письменной инструкции		X	
		Проведение контроля в соответствии с письменной инструкцией	X		
		Документация			X
		Изложение положений стандартов, правил и методик			X
7.6 Проведение контроля	Выбор преобразователя на основе данных 7.5	Объект контроля			
		- марка металла		X	X
		- технические характеристики и свойства металла		X	X
		- форма		X	X
		- типы несплошностей, подлежащих выявлению		X	X
		- местоположение		X	X
		- назначение объекта контроля		X	X
		- объем испытаний		X	X
	Условия проведения контроля на основе данных 7.5	- температура		X	X
		- влажность		X	X
		- доступность для осмотра и контроля		X	X

Продолжение таблицы 6

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- пригодность к контролю		X	X
		- интерферирующие сигналы		X	X
		- электрические и/или магнитные помехи		X	X
	Параметры	Частота возбуждения	X	X	X
		Вспомогательные частоты	X	X	X
		Скорость перемещения преобразователя	X	X	X
		Зазор вихретокового преобразователя	X	X	X
		Вибрация преобразователя	X	X	X
		Центровка преобразователя	X	X	X
	Настроечные кривые		X	X	X
	Установка параметров	Порядок сбора данных	X	X	X
		Письменная методика		X	X
		Письменная инструкция	X	X	
7.7 Оценка и отчетность	Отчетность	Уровень фиксации		X	X
		Протокол испытания	X	X	X
	Оценка	Определение характеристик индикаций		X	X
		- одночастотный анализ		X	X
		- многочастотный анализ		X	X
		- анализ данных		X	X
7.8 Оценка допустимости	Оценка и подтверждение протоколов отчета	Применение критериев приемки в соответствии со стандартами, правилами и методиками		X	X
		Подготовка персонала уровней 1 и 2 по критериям приемки			X
7.9 Вопросы обеспечения качества	Факторы, влияющие на качество контроля	Квалификация персонала	X	X	X
		- ИСО 9712	X	X	X
		- другие системы квалификации и сертификации в области НК			X
		Формат и объем рабочих методик			X
		Квалификация методик НК			X
		Допуск (НК инструкции, методик и персонала)			X
		Разработка письменной инструкции		X	
		Работа с точным соблюдением письменной инструкции	X		
		Прослеживаемость документации		X	X
		Надежность измерений		X	X

Окончание таблицы 6

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Знание стандартов на применение НК и стандартов на продукцию	Выбор правильного способа НК		X	
		Применение правильных параметров контроля		X	
		Выбор способа НК		X	X
		Профессиональная подготовка по специальности	X	X	X
		Проверка оборудования	X	X	X
7.10 Перспективные разработки	Общие сведения	Безындукционные способы			X
		- магнитооптическое формирование изображений			X
		- СКВИД (сверхпроводящий квантовый интерферометр)			X
		Сверхмагниторезисторная технология			X
		Формирование изображений			X
		Моделирование			X

8 Капиллярный контроль (PT). Уровни 1, 2 и 3

Подготовку по курсу капиллярного контроля следует проводить в соответствии с содержанием таблиц 7 и 8.

Таблица 7 — Общее содержание программы подготовки

Содержание		Уровень 1 (% от общей продолжительности)	Уровень 2 (% от общей продолжительности)	Уровень 3 (% от общей продолжительности)
8.1	Вводный курс по терминологии и истории капиллярного контроля (PT)	3	4	8
8.2	Физические принципы метода и связанные с ним знания	3	8	9
8.3	Знание объекта и возможностей метода и способов контроля	18	13	8
8.4	Оборудование	12	8	8
8.5	Предварительная информация по контролю	3	8	22
8.6	Проведение контроля	12	12	4
8.7	Оценка и отчетность	37	19	10
8.8	Оценка допустимости	3	4	2
8.9	Вопросы обеспечения качества	6	12	21
8.10	Условия проведения контроля и требования по охране труда	3	8	6
8.11	Перспективные разработки	0	4	2

Таблица 8 — Капиллярный контроль (РТ). Уровни 1, 2 и 3

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
8.1 Вводный курс по терминологии и истории капиллярного контроля (РТ)	История		X	X	X
	Назначение НК	В чем суть контроля?	X	X	X
		Цель контроля?	X	X	X
		На каком этапе жизненного цикла объекта проводится НК?	X	X	X
		Влияние НК на добавленную стоимость	X	X	X
		Кто может проводить НК?	X	X	X
		Основные методы НК	X	X	X
	Назначение капиллярного контроля (РТ)	Определение	X	X	X
		Возможность применения и ограничения	X	X	X
	Терминология		X	X	X
8.2 Физические принципы и связанные знания Понятия, необходимые для понимания физических принципов капиллярного контроля (физика), могут стать предметом изучения на предварительном курсе	Наборы для капиллярного контроля	Типы пенетрантов	X	X	X
		- люминесцентный (флуоресцентный) пенетрант	X	X	X
		- контрастный (цветной)	X	X	X
		Основы действия флуоресцентных пенетрантов и принципы абсорбции, использующиеся при применении цветных пенетрантов		X	
		Взаимодействие различных типов цветных пенетрантов			X
		Способы капиллярного контроля	X	X	X
		- удаляемый водой	X	X	X
		- постэмульгируемый пенетрант	X	X	X
		- удаляемый растворителем	X	X	X
		Эмульгаторы	X	X	X
		Очиститель	X	X	X
		Проявитель	X	X	X
		- жидкий (влажный)	X	X	X
		- сухой	X	X	X
	Свойства и характеристики	Физические основы метода	X	X	X
		Пенетрант	X	X	X
		- вязкость	X	X	X
		- температура воспламенения	X	X	
		- избыток (выход пенетранта из полости несплошности)	X	X	
		- капиллярный эффект	X	X	

Продолжение таблицы 8

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- поверхностное натяжение	X	X	X
		- краевой угол смачивания	X	X	X
		- давление насыщенного пара	X	X	X
		Влияние шероховатости поверхности материала		X	X
		- переменные значения шероховатости (*Ra* + *Rz*)			X
		- детали с разнородной шероховатостью (например, отливки после механической обработки)			X
		Общее представление об отношении сигнал/шум	X	X	X
		Остаточный фоновый шум (опасность чрезмерного/недостаточного удаления пенетранта)	X	X	X
		Эмульгирование пенетранта	X	X	X
		Очиститель	X	X	X
		Проявитель	X	X	X
8.3 Знание объекта и соответствующей возможности метода и способов контроля		Условия контроля	X	X	X
		- освещение на рабочем участке и прилегающих зонах		X	
		- адаптация к условиям ультрафиолетового освещения		X	
		- переход между ярко освещенными и затемненными участками		X	
		Условия осмотра	X	X	X
		- эксплуатационные характеристики пенетрантов в зависимости от температурных условий		X	
		- важность адаптации к условиям приглушенного освещения		X	
		- чистота объекта контроля		X	
		- изменение (увеличение) освещенности и периода адаптации к затемненным условиям в зависимости от возраста дефектоскописта			X
		Выбор способа		X	X
		Применение способа	X	X	X
8.4 Оборудование	Устройство и функционирование установок и узлов капиллярного контроля	Аэрозольные баллончики	X	X	X
		- сжатый газ, сжиженный газ, распыление			X
		Погружные ванны	X	X	X
		Электростатические системы, жидкообразная основа		X	X
		Полуавтоматические системы		X	X

Продолжение таблицы 8

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Системы автоматического контроля		X	X
		Применение	X	X	X
		Источники света	X	X	
		- общие сведения о синем актиничном освещении		X	
		- сведения об особенностях человеческой физиологии и их влиянии на восприятие освещения			X
		- качество светодиодных изделий			X
		Единицы измерения	X	X	
		- основы метрологии		X	
		- метрологические неопределенности			X
		Контрольные образцы	X	X	
		- минимальные требования, предъявляемые к качеству эталонной фотографии		X	X
		Условия осмотра	X	X	
8.5 Предварительная информация по контролю	Информация об объекте контроля	Характерные особенности или обозначение материала	X	X	X
		- объект, подлежащий контролю	X	X	X
		- технология изготовления	X	X	X
		- каталог недопустимых дефектов		X	X
		- объем контроля	X	X	X
	Условия проведения контроля и применение положений стандартов	Доступность для осмотра и контроля		X	X
		Инфраструктура			X
		Конкретные условия контроля		X	X
		- синее актиничное освещение			X
		Стандарт на применение		X	X
		Этап производства или жизненного цикла объекта, на котором должен проводиться НК			X
		Стандарты, имеющие отношение к объекту контроля		X	X
		Требования к персоналу НК		X	X
		Критерии приемки			X
	Способ и последовательность проведения контроля	Состояние поверхности		X	
		Подготовка поверхности		X	
		- различие между водным щелочным обезжиривающим средством и средством на водной основе/на основе растворителя		X	

Продолжение таблицы 8

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Опасность, которую создает наличие боратов и солей кремниевой кислоты в очистителях на водной основе — мыльные растворы			X
		Документы, оформляемые по итогам контроля		X	
	Инструкции	Подготовка письменной методики			X
		Подготовка письменной инструкции		X	
		Документация			X
		Изложение положений стандартов, правил и методик			X
8.6 Проведение контроля	Подготовительные мероприятия и проведение контроля	Проведение контроля в соответствии с письменной инструкцией	X		
		Надзор за персоналом		X	X
	Параметры	Подготовка объектов контроля и влияние качества поверхности	X	X	X
		- подготовка поверхности	X	X	
		- очистка	X	X	
		Способ		X	X
		- выбор способа		X	X
		- принципы правильного применения способа	X	X	X
		Планирование контроля		X	
		- сетки		X	
		- охват		X	
		Среда обнаружения	X	X	X
		- принципы правильного применения	X	X	
		- принципы правильного выбора		X	X
		Условия осмотра	X	X	X
		Осмотр и индикации	X	X	
		Фиксация несплошностей	X	X	
		Отчетность	X	X	
		Расшифровка индикаций		X	X
		Маркировка и отбраковка объектов контроля		X	X
		Очистка деталей (объектов контроля)	X	X	
8.7 Оценка и отчетность	Протокол контроля	Условия осмотра	X	X	X
		Контрольный образец № 1		X	X
		Контрольный образец № 2	X	X	X

Продолжение таблицы 8

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- различия между тест панелями с постоянными размерами дефектов и возрастающими размерами дефектов			X
		Статистические аспекты анализируемых параметров для оценки эффективности применения пенетрантов			X
		Проверка качества индикаций	X	X	X
		- использование эталонных фотографий для проверки условий визуального осмотра		X	
		Протокол о простых дефектах в объектах сварки, ковки, проката и литья	X		
		Иные используемые контрольные образцы		X	X
		Содержание протокола проверки партии контрольных образцов		X	X
	Оценка	Отчет о несплошностях		X	
8.8 Оценка допустимости	Оценка несплошностей	Влияние особенностей производства и характеристик материала		X	X
		Глубина		X	X
		Ширина		X	X
		Форма		X	X
		Местонахождение		X	X
		Пространственная ориентация		X	X
8.9 Вопросы обеспечения качества	Квалификация персонала	ИСО 9712	X	X	X
		Другие системы квалификации и сертификации в области НК			X
	Документация	Формат и объем рабочих методик			X
		Квалификация методик НК			X
		Допуск (НК инструкции, методик и персонала)			X
		Разработка письменной инструкции		X	
		Работа с точным соблюдением письменной инструкции	X		
		Прослеживаемость документации		X	X
		Надежность измерений		X	X
	Знание стандартов на применение НК и стандартов на продукцию	Выбор правильного способа НК		X	
		Применение правильных параметров контроля		X	
		Выбор метода НК		X	X
		Профессиональная подготовка по специальности	X	X	X

Окончание таблицы 8

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Проверка оборудования	X	X	X
	Соответствующие стандарты				
8.10 Условия окружающей среды и требования по охране труда	Химические реактивы	Порядок обращения с химическими реактивами (аэрозоли/пропелленты)	X	X	X
		Утилизация	X	X	X
		- пенетрант	X	X	X
		- проявитель	X	X	X
		- эмульгатор	X	X	
		- растворимый очиститель			X
		- удаление избытка вещества, используемого в процессе контроля	X	X	
		- метод с использованием активированного угля		X	
		- метод ультрафильтрации		X	
		Сертификат безопасности материала	X		
		Обзор стандартов на применение НК и стандартов на продукцию			X
	Принадлежности и вспомогательные материалы	Опасное и вредное воздействия фиолетового и ультрафиолетового излучения	X	X	X
		Опасность естественного освещения	X	X	X
		Опасное и вредное воздействия электрического тока	X	X	X
		Ультрафиолетовые фильтры	X	X	
		Требования по зрению	X	X	X
		Защитные очки	X	X	X
	Человеческие факторы	Последствия длительного пребывания в условиях приглушенного освещения			X
		Важность предоставления перерывов			X
8.11 Перспективные разработки		Специализированные установки		X	
		Установки в автомобильной промышленности		X	
		Творческие разработки и инновационные специализированные установки			X
		Установки для контроля трубной продукции			X

9 Магнитопорошковый контроль (MT). Уровни 1, 2 и 3

Подготовку по курсу магнитопорошкового контроля следует проводить в соответствии с содержанием таблиц 9 и 10.

Таблица 9 — Общее содержание программы подготовки

Содержание		Уровень 1 (% от общей продолжительности)	Уровень 2 (% от общей продолжительности)	Уровень 3 (% от общей продолжительности)
9.1	Вводный курс по терминологии и истории магнитопорошкового контроля (МТ)	3	4	3
9.2	Физические принципы метода и связанные с ним знания	3	8	13
9.3	Знание объекта и возможностей метода и способов контроля	18	13	13
9.4	Оборудование	12	8	13
9.5	Предварительная информация по контролю	3	8	6
9.6	Проведение контроля	12	12	19
9.7	Оценка и отчетность	37	19	9
9.8	Оценка допустимости	3	4	3
9.9	Вопросы обеспечения качества	6	12	15
9.10	Условия проведения контроля и требования по охране труда	3	8	3
9.11	Перспективные разработки	0	4	3

Таблица 10 — Магнитопорошковый контроль (МТ). Уровни 1, 2 и 3

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
9.1 Вводный курс по терминологии и истории магнитопорошкового контроля (МТ)	История				
	Назначение НК	В чем суть контроля?	X	X	X
		Цель контроля?	X	X	X
		На каком этапе жизненного цикла объекта проводится НК?	X	X	X
		Влияние НК на добавленную стоимость	X	X	X
		Кто может проводить НК?	X	X	X
		Основные методы НК	X	X	X
	Назначение магнитопорошкового контроля (МТ)	Определение	X	X	X
		Возможность применения и ограничения	X	X	X
	Терминология		X	X	X
9.2 Физические принципы и связанные знания Понятия, необходимые для понимания физических принципов магнитопорошкового контроля (физика должна включать теорию электричества), могут стать предметом изучения на предварительном курсе	Основные физические явления	Электрические цепи	X	X	X
		- типичные значения	X	X	X
		- единицы измерения	X	X	X
		Магнитные цепи	X	X	X
		- типичные значения	X	X	X
		-единицы измерения	X	X	X
		Магнитное поле	X	X	X
		- определение характеристик	X	X	X

Продолжение таблицы 10

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- измерения	X	X	X
		- магнитное поле (напряженность поля) (H)	X	X	X
		- магнитная индукция (B)	X	X	X
		- обозначение сплавов	X	X	X
		Магнитное поле, создаваемое электрическими цепями	X	X	X
		- бесконечный прямолинейный проводник	X	X	X
		- длинная магнитная катушка (соленоид)	X	X	X
		- короткая или плоская катушка намагничивания (короткий соленоид)	X	X	X
		- влияние магнитного потока в немагнитных средах	X	X	X
		- непрерывность H_t	X	X	X
		- непрерывность B_n	X	X	X
		- прохождение потока из магнитной среды в немагнитную среду	X	X	X
		Магнитный поток магнитной неоднородности	X	X	X
		- влияние глубины	X	X	X
		- влияние пространственной ориентации	X	X	X
	Свойства материалов	Немагнитные материалы	X	X	X
		Магнитные материалы	X	X	X
		- влияние температуры на магнитные свойства	X	X	X
		Диамагнетизм	X	X	X
		Парамагнетизм	X	X	X
		Ферромагнетизм	X	X	X
		Ферримагнетизм			X
		Влияние нагартовки			X
		Влияние термообработки			X
		Специфические сплавы		X	X
		- пермаллой		X	X
		- инвар		X	X
		- инконель		X	X
	Характеристики магнитопорошкового контроля	Влияние геометрии намагниченной детали на выявление несплошности	X	X	X
		- глубина	X	X	X

Продолжение таблицы 10

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- ширина раскрытия	X	X	X
		- пространственная ориентация	X	X	X
		Магнитные свойства	X	X	X
		- основные ферромагнитные сплавы	X	X	X
		Немагнитные свойства	X	X	X
		Магнитные материалы	X	X	X
		- область применения	X	X	X
		- точка Кюри	X	X	X
		- кривая первоначального намагничивания	X	X	X
		- характерные точки предельной петли гистерезиса	X	X	X
		- магнитные свойства стали	X	X	X
		Поведение частиц магнитного порошка вблизи магнитного потока	X	X	X
		- напряженность магнитного поля (H)		X	X
		- магнитная индукция (B)		X	X
		- относительная магнитная проницаемость μ_r		X	X
		- коэрцитивная сила H_c		X	X
		- удельное электрическое сопротивление ρ		X	X
		Влияние состава порошка на результаты контроля	X	X	X
9.3 Знание объекта и соответствующей возможности метода и способов контроля	Технология обработки	Условия проведения контроля	X	X	X
		Подготовка объектов контроля	X	X	X
		Условия осмотра	X	X	X
		- принципы зрительной эргономики			X
		- изменение (увеличение) освещенности и периода адаптации к затемненным условиям в зависимости от возраста дефектоскописта			X
		Источники освещения	X	X	X
		- сведения о факторах человеческой физиологии и их влиянии на восприятие освещения			X
		- качество источников освещения			X
		Применяемые средства обнаружения	X	X	X
		Выбор способа		X	X
		Факторы, влияющие на индикации		X	X

Продолжение таблицы 10

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Метрологические неопределенности			X
9.4 Оборудование	Оборудование для намагничивания	Постоянные магниты	X	X	X
		Переносные электромагниты	X	X	X
		Катушки	X	X	X
		Стержни с резьбой	X	X	X
		Электроконтакты	X	X	X
		Магнитные дефектоскопы	X	X	X
		- стационарные и переносные	X	X	X
		- автоматические		X	X
		- роботизированные		X	X
		Зажимы	X	X	X
		Оборудование намотки гибкого кабеля	X	X	X
		Оборудование комбинированного намагничивания		X	X
		Переносное оборудование и датчики		X	X
	Измерение и настройка	Индикаторы магнитного поля	X	X	X
		магнитометр (на основе эффекта) Холла		X	X
	Размагничивание	Принадлежности и вспомогательные материалы	X		
		- индикаторы магнитных характеристик объектов контроля		X	
		- приборы для измерения силы магнитного поля		X	
		- индикаторы магнитного потока		X	
	Средства обнаружения	Контрастная краска	X	X	X
		Частицы порошка	X	X	X
	Условия осмотра	Источники освещения	X	X	X
		- качество изделий со светодиодами			X
		Человеческий фактор	X	X	X
		- адаптация к условиям приглушенного освещения		X	X
		- переход от условий яркого освещения к пониженной освещенности		X	X
		- важность адаптации к условиям пониженной освещенности		X	X
		Условия освещения		X	X

Продолжение таблицы 10

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- фотометры и радиометры		X	
9.5 Предварительная информация по контролю	Информация об объекте контроля	Характерные особенности или обозначение материала	X	X	X
		- объект, подлежащий контролю	X	X	X
		- технология изготовления	X	X	X
		- каталог недопустимых дефектов	X	X	X
		- объем контроля	X	X	X
	Условия проведения контроля и применение положений стандартов	Доступность для осмотра и контроля		X	X
		Инфраструктура			X
		Конкретные условия контроля		X	X
		Стандарт на применение		X	X
		Этап производства или жизненного цикла объекта, на котором должен проводиться НК			X
		Стандарты, имеющие отношение к объекту контроля		X	X
		Требования к персоналу НК		X	X
		Критерии приемки		X	X
	Способ и последовательность проведения контроля	Состояние поверхности		X	
		Подготовка поверхности		X	
		Документы, оформляемые по итогам контроля		X	
	Инструкции	Подготовка письменной методики			X
		Подготовка письменной инструкции		X	
		Документация			X
		Изложение стандартов, правил и методик			X
9.6 Проведение контроля		Проведение контроля в соответствии с письменной инструкцией	X		
		Надзор за персоналом		X	X
	Параметры	Подготовка объектов контроля и влияние качества поверхности	X	X	
		- подготовка поверхности	X	X	
		Размагничивание	X	X	X
		Очистка, механическая обработка	X	X	
		Намагничивание	X	X	
		- оборудование	X	X	
		- тип тока	X	X	

Продолжение таблицы 10

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- вид намагничивания	X	X	
		- время намагничивания	X	X	
		Проверка режимов намагничивания	X	X	X
		- значения параметров намагничивания		X	
		- способ приложенного поля		X	X
		- способ остаточной намагниченности		X	
		- использование индикаторов магнитного потока и магнетометров		X	
		Способ	X	X	X
		- принципы правильного применения способа	X	X	
		- выбор		X	X
		- сила магнитного поля		X	X
		- пространственная ориентация	X	X	X
		Планирование контроля	X	X	X
		- участки		X	X
		- объем		X	X
		Среда обнаружения		X	
		- принципы правильного применения	X	X	X
		- принципы правильного выбора		X	X
		- мокрый способ	X	X	
		- сухой способ	X	X	
		- контрастная краска	X	X	
		Условия осмотра	X	X	X
		- адаптации к условиям пониженного освещения		X	
		- чистота поверхности		X	
		Осмотр индикаций	X	X	X
		Фиксация несплошностей		X	X
		Отчетность	X	X	
		Расшифровка индикаций		X	
		Маркировка и отбраковка объектов контроля		X	
	Порядок обращения с объектами контроля	Остаточное поле	X	X	
		- условия, требующие размагничивания		X	
		- уровень остаточной намагниченности		X	

Продолжение таблицы 10

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- влияние на последующее использование материала			X
		Размагничивание	X	X	X
		- основные принципы	X	X	
		- промышленные методы	X	X	
		- влияние магнитного поля Земли		X	X
		- минимальное значение магнитного поля согласно основным принципам размагничивания	X	X	
		- частота	X	X	
		- скин эффект (поверхностный эффект)	X	X	
		- расчет намагничивающей катушки		X	X
	Очистка объектов контроля		X	X	X
9.7 Оценка и отчетность	Классификация индикаций	Сварка		X	X
		Литье		X	X
		Поковки		X	X
		Ферромагнитные трубы		X	X
	Условия проведения контроля	Проверка выявляющей способности на контрольном образце	X	X	X
		Использование других контрольных образцов		X	X
		Проверка качества индикации (ИСО 3059)	X	X	X
		Настройка средств контроля		X	X
		Протокол контроля партии деталей		X	
	Протокол контроля	Основные принципы оценки			X
		Протокол контроля	X	X	X
		- Проверка протокола контроля		X	
		- В соответствии с письменной методикой			X
		Отчет о дефектах	X	X	
		Оценка качества индикации		X	X
		Принципы сохранения индикаций		X	
9.8 Оценка допустимости	Оценка индикаций	Значимые и незначимые	X		
	Оценка несплошностей	Влияние особенностей производства		X	
		Влияние характеристик материала		X	
		Влияние глубины		X	X

Продолжение таблицы 10

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Влияние формы		X	X
		Влияние местоположения		X	X
		Влияние ориентации		X	X
9.9 Вопросы обеспечения качества	Квалификация персонала	ИСО 9712	X	X	X
		Другие системы квалификации и сертификации в области НК			X
	Документация	Формат и объем рабочих методик			X
		Квалификация методик НК			X
		Допуск (инструкции по НК, методики и персонал)			X
		Разработка письменной инструкции		X	
		Работа с точным соблюдением письменной инструкции	X		
		Прослеживаемость документации		X	X
		Надежность измерений		X	X
	Знание стандартов на применение НК и стандартов на продукцию	Выбор правильного способа		X	
		Применение правильных параметров контроля		X	
		Выбор метода НК		X	X
		Профессиональная подготовка по специальности	X	X	X
		Проверка оборудования	X	X	X
		- концентрация средства обнаружения	X		X
		- загрязнение средства обнаружения	X		
		- настройка амперметра	X		
		- контроль подъемного усилия	X		
9.10 Условия окружающей среды и требования по охране труда	Человеческие факторы	Продолжительность пребывания в затемненном пространстве		X	X
		Важность предоставления перерывов		X	X
		Важность использования очков, защищающих от ультрафиолетового излучения			X
	Химические реактивы	Порядок обращения с химическими реактивами (аэрозоли/пропелленты)	X	X	X
		Утилизация отработанных дефектоскопических материалов		X	X
		Условия окружающей среды		X	X
		Порядок обращения и выбраковки отработанных дефектоскопических материалов			X

Окончание таблицы 10

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Опасное и вредное воздействие свинцовых наконечников на электроды		X	
		Опасность отравления при работе с объектами контроля			X
		Опасность для здоровья, исходящая от объектов контроля	X	X	X
		Сертификат безопасности вещества	X	X	
		Обзор применяемых методов НК и стандартов на продукцию			X
		Пожаробезопасность			X
	Принадлежности и вспомогательные материалы	Опасное и вредное ультрафиолетовое излучение	X	X	X
		Опасное и вредное воздействие видимого света			X
		Опасное и вредное воздействие электрического тока	X	X	X
		Ультрафиолетовые фильтры	X	X	
		Требования по зрению	X	X	X
		- защитные очки	X	X	X
9.11 Перспективные разработки		Специализированные установки и оборудование		X	
		Синее актиничное освещение (альтернативные длины волн)		X	X
		Новые способы			X
		Творческие разработки и инновационные специализированные установки			X

10 Течеискание (LT). Уровни 1, 2 и 3

Подготовку по курсу течеискание следует проводить в соответствии с содержанием таблиц 11 и 12.

Таблица 11 — Общее содержание программы подготовки

Содержание		Уровень 1 (% от общей продолжительности)	Уровень 2 (% от общей продолжительности)	Уровень 3 (% от общей продолжительности)
10.1	Вводный курс по терминологии и истории течеискания (LT)	5	2	2
10.2	Физические принципы метода и связанные с ним знания	9	6	8
10.3	Знание объекта и возможностей метода и способов контроля	10	12	16
10.4	Оборудование	15	14	12

Окончание таблицы 11

Содержание		Уровень 1 (% от общей продолжительности)	Уровень 2 (% от общей продолжительности)	Уровень 3 (% от общей продолжительности)
10.5	Предварительная информация по контролю	5	4	10
10.6	Проведение контроля	49	50	29
10.7	Оценка и отчетность	2	4	8
10.8	Оценка допустимости	0	4	7
10.9	Вопросы обеспечения качества	5	2	5
10.10	Перспективные разработки	0	2	3

Таблица 12 — Течеискание (LT). Уровни 1, 2 и 3

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
10.1 Вводный курс по терминологии и истории течеикания (LT)	История		X	X	X
	Назначение НК	В чем суть контроля?	X	X	X
		Цель контроля?	X	X	X
		На каком этапе жизненного цикла объекта проводится НК?	X	X	X
		Влияние НК на добавленную стоимость	X	X	X
		Кто может проводить НК?	X	X	X
		Основные методы НК	X	X	X
	Назначение течеискания (LT)	Определение	X	X	X
		Возможности применения и ограничения	X	X	X
10.2 Физические принципы и связанные знания	Физические свойства вещества	Структура вещества (основные понятия)		X	
		- атомно-молекулярное учение		X	
		- ионизация		X	
		- агрегатное состояние вещества		X	
		- молекулярная структура		X	
		- двухатомные и одноатомные молекулы		X	
		- молекулярный вес		X	
		Система твердое тело-жидкость и жидкость-газ		X	
		- изменение агрегатных состояний вещества		X	
		Основные газовые законы	X	X	
		- броуновское движение		X	
		- графики зависимости давления от объема и давления от температуры		X	
		- закон Паскаля		X	

Продолжение таблицы 12

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- закон Шарля	X	X	
		- закон Бойля—Мариотта	X	X	
		- закон Гей-Люссака		X	
		закон Дальтона о парциальном давлении		X	
		- закон Хагена-Пуазейля		X	
		- формула идеального газа и ее применение в расчетах утечки		X	
		- средняя длина свободного пробега молекул, определение и физический смысл		X	
		- свойства газа		X	
		Кинетическая теория газов (основные положения)		X	
		- закон Авогадро		X	
		- смесь газов и их концентрация		X	
		- скорость, плотность и вязкость газа		X	
		Идеальный и реальный газы			X
	Давление	Давление пара и вызываемые им физические явления в вакуумной системе			X
		Давление как сила, действующая на единицу площади	X		
		Основные единицы измерения давления	X		
		Давление пара	X		
		Соотношения различных единиц измерения		X	
		Типовые и обычные условия		X	
		Расчет давления в кинетической теории газов			X
		Соотношение между средней длиной свободного пробега молекул и давлением газа			X
	Закон идеального газа	Формула газа и ее применение для расчета утечек			X
	Диапазон давлений в вакууме	Иной диапазон	X		
		Соотношение между средней длиной свободного пробега молекул и степенью вакуума			X
	Поток в вакуумной системе	Определение	X	X	
		Утечка как поток	X		
		Параметры потока		X	
		- соотношение между средней длиной свободного пробега молекул и потоком		X	

Продолжение таблицы 12

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- вязкое течение		X	
		- молекулярный поток		X	
		- молекулярно-вязкостный поток		X	
		- поток в кинетической теории газов			X
		- факторы, влияющие на поток газа			X
		- величина утечки с учетом вязкости			X
		- сопоставление числа Рейнольдса и числа Кнудсена			X
		- геометрия и размеры капиллярного канала утечки			X
		- проницаемость			X
		- капиллярный			X
	Измерение утечки	Единицы измерения	X		
		- соотношения		X	
	Проводимость в вакуумной системе	Определение и физический смысл явления		X	
		Расчет проводимости		X	X
		- номограмма или упрощенная формула		X	
		Поток и проводимость			X
	Обезгаживание	Практическое значение	X		
		Практические закономерности и базовые принципы		X	
		Варианты поведения газов			X
		Материал			X
	Скорость вакуумирования	Определение и физический смысл явления		X	
		Расчет скорости вакуумирования			X
	Ложная и реальная течь	Общие представления	X		
		Различия	X		
		Источники реальной и ложной течей в зависимости от давления и временного периода		X	
		Расчет влияния ложной течи на контроль изменения давления			X
10.3 Знание объекта и соответствующей возможности метода и способов контроля	Методы течеискания	Локализация течи	X		
		Измерение утечки	X		
		Приемлемый/неприемлемый результат контроля	X		
		Контроль утечек	X		

Продолжение таблицы 12

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Спецификация		X	
		Чувствительность		X	
	Подготовка объекта контроля	Чистота	X		
		- методики очистки и их влияние на выявление течей и измерения	X		
		Герметичный объект контроля, заполненный или незаполненный пробным газом		X	
		Объект, недоступный для контроля с одной или обеих сторон		X	
		Объект контроля, работающий под давлением выше или ниже атмосферного		X	
	Технические спецификации и возможности способа	Пузырьковый способ контроля	X		
		- принципы пузырьковых способов контроля	X		
		- способ с погружением в жидкость	X		
		- способ с применением жидкости	X		
		- используемые физические принципы		X	
	Способы изменения давления	Основополагающие принципы проведения контроля	X		
		- выдержка под давлением	X		
		- вакуумирование	X		
		Принципы обнаружения негерметичности при использовании манометрического способа		X	
		- способ контроля снижения давления		X	
		- способ контроля повышения давления		X	
		- способ контроля изменения давления		X	
		- способ контроля измерением расхода		X	
		Различия между контролем опрессовкой и вакуумированием с учетом законов идеального газа			X
		Терминология контроля герметичности с применением давления			X
	Масс-спектрометрический способ	Принципы обнаружения негерметичности	X		
		Использование гелия в качестве пробного газа	X		
		Течеискатели	X		
		Поток пробного газа в объект (способы группы А)	X		
		Поток пробного газа из объекта (способы группы В)	X		

Продолжение таблицы 12

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Химические или физические свойства течеискателей	Принципы обнаружения негерметичности при натекании пробного газа в объект контроля — способы группы А		X	
		Локальная течь		X	
		- способ с использованием распылителя		X	
		- вакуумный способ (локальный)		X	
		- вакуумный способ (парциальный)		X	
		- контроль давления в колоколе		X	
		Негерметичность		X	
		- вакуумный способ (полный)		X	
		- способ контроля давления в колоколе		X	
		- способ контроля повышения давления		X	
		- способ контроля измерением расхода		X	
		Принципы обнаружения негерметичности при утечке пробного газа из объекта контроля — способы группы В		X	
		Локальная течь		X	
		- химический контроль аммиаком		X	
		- вакуумная камера, использующая внутренний индикаторный газ		X	
		- способ всасывания		X	
		- пузырьковый способ с вакуумной камерой		X	
		- способ давления путем накопления		X	
		- способ контроля давления в колоколе		X	
		Суммарная негерметичность		X	
		- пузырьковый способ — погружением		X	
		- пузырьковый способ с пенообразованием		X	
		- способ накопления при атмосферном давлении для всего объекта контроля		X	
		- способ наддув-откачка (контроль способом обдува)		X	
		- способ вакуумной камеры		X	
		- способ контроля давления в колоколе		X	
		- способ контроля изменения давления		X	
		- способ контроля измерением расхода		X	

Продолжение таблицы 12

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Метод контроля	Основные положения	X		
		Выбор критериев	X		
10.4 Оборудование	Вакуумметры-манометры	Выбор приборов с учетом различных давлений газов	X		
		Приборы для измерения полного и парциального давления	X		
		Абсолютные и дифференциальные манометры		X	
		Первичные и вторичные эталонные манометры		X	
		Физические принципы работы различных измерительных приборов		X	
	Механические манометры	Способы снятия показаний давления для мембранных манометров	X		
		Пружинный манометр Бурдона		X	
		- принципы и действия		X	
		- влияние атмосферы		X	
		Мембранный манометр		X	
		- принципы и действия		X	
		- влияние атмосферы		X	
		Емкостной манометр		X	
		- принципы и действия		X	
		- влияние температуры		X	
		Точность различных измерительных приборов			X
	U-образный манометр и компрессионный манометр Мак-Леода	Принципы и действия		X	
	Вакуумметр сопротивления (манометр Пирани) и термопарные манометры	Способы снятия показаний давления	X		
		Критерии монтажа	X		
		Принципы и действия различных газов		X	
		Точность и настройка для различных газов			X
	Ионизационные вакуумметры с холодным и горячим катодами	Способы снятия показаний давления	X		
		Критерии монтажа	X		
		Принципы действия различных газов		X	
		Точность и настройка для различных газов			X
	Вакуумные насосы	Используемый физический принцип			X
		Типы насосов для различных степеней вакуума	X		
		Классификация и выбор вакуумных насосов		X	

Продолжение таблицы 12

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- производительность насоса		X	
		- предельные давления		X	
		- степени разряжения		X	
		- скорость откачки		X	
		- выпускное давление		X	
	Ротационные и поршневые насосы	Используемый физический принцип			X
		Производительность	X		
		Техническое обслуживание	X		
		Балластный газ	X		
		Расчет времени откачки для различных объемов		X	X
		- влияние теплопроводности			X
	Вакуумный насос Рутса	Используемый физический принцип			X
		Оценка размера		X	
		Установка		X	
		Техническое обслуживание		X	
		Расчет времени откачки для различных объемов			X
		- влияние теплопроводности			X
	Диффузиозный насос	Используемый физический принцип			X
		Оценка размеров и различных вариантов применения		X	
		Оценка размера для форвакуумного насоса		X	
		Установка		X	
		Техническое обслуживание		X	
	Турбомолекулярный насос	Используемый физический принцип			X
		Производительность	X		
		Техническое обслуживание	X		
		Оценка размера при различных вариантах применения		X	
		Оценка размера для форвакуумного насоса		X	
		Установка		X	
	Вентиль	Типы вентилей, применяемые в целях течеискания	X		
		Техническое обслуживание	X		

Продолжение таблицы 12

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Установка	X		
		Выбор вентиля для течеискания		X	
		Производительность		X	
	Соединительная арматура	Критерии сборки	X		
		Техническое обслуживание	X		
		Выбор правильной соединительной арматуры для течеискания		X	
		Расчет диаметра и длины и влияние этих факторов		X	
		Проектные критерии			X
	Материалы	Выбор для различных степеней вакуума		X	
		- металл		X	
		- пластик		X	
		- стекло		X	
		- жидкая смазка		X	
		- консистентная смазка		X	
10.5 Предварительная информация по контролю	Информация об объекте контроля	Характерные особенности или обозначение материала	X	X	X
		- объект, подлежащий контролю	X	X	X
		- технология изготовления	X	X	X
		- каталог недопустимых дефектов		X	X
		- объем контроля	X	X	X
	Условия проведения контроля и применение положений стандартов	Доступность для осмотра и контроля		X	X
		Инфраструктура			X
		Конкретные условия контроля		X	X
		Стандарт на применение		X	X
		Этап производства или жизненного цикла объекта, на котором должен производиться НК			X
		Стандарты, имеющие отношение к объекту контроля		X	X
		Требования к персоналу НК		X	X
		Критерии приемки			X
	Способ и порядок проведения контроля	Состояние поверхности		X	
		Подготовка поверхности		X	
		Документы, оформляемые по итогам контроля		X	

Продолжение таблицы 12

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Инструкции	Подготовка письменной методики			X
		Подготовка письменной инструкции		X	
		Проведение контроля в соответствии с письменной инструкцией	X		
		Документы			X
		Изложение стандартов, правил и методик			X
10.6 Проведение контроля	Практика пузырькового контроля и способы	Общие требования	X		
		- газ	X		
		- пределы давления	X		
		- очистка	X		
		Контрольная среда	X		
		- контрольные среды для способов погружением (подготовка и применение)	X		
		- контрольные среды для способа с применением жидкости (подготовка и применение)	X		
		- выбор контрольных сред с учетом их физических свойств		X	
		Выбор способов для различных областей применения		X	
		- контроль труб, патрубков, опорной плиты, компрессора		X	
		- контроль сосудов		X	
		- количественная оценка утечки		X	
		Влияние погодных факторов			X
		Освещение			X
	Способ контроля погружением	Используемые физические принципы		X	
		Повышение давления на контрольный образец	X		
		Сведения о создании разности давлений	X		
		Контрольная среда для проведения контроля при повышенной температуре	X		
		Способ с использованием вакуумной камеры	X		
	Способ с применением жидкости	Используемые физические принципы		X	
		Повышение давления на контрольный образец	X		
		Вакуумный способ для объекта контроля под нормальным давлением	X		

Продолжение таблицы 12

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Способ контроля изменения давления	Общие требования	X		
		Метод контроля изменения давления			X
		- используемые физические принципы		X	
		- закон идеального газа		X	
	Способ контроля снижения давления	Приборы измерения температуры и давления	X		
		Конфигурация системы	X		
		Конфигурация аппаратуры и схемы контроля		X	
		Точность оборудования		X	X
		- точность настройки манометров		X	
		- точность вычислений по контролю		X	
		Выбор давления и температуры		X	
		Влияние изменения температуры		X	
		Влияние давления водяного пара		X	
		Влияние изменения барометрического давления		X	
		Вычисление скорости утечки		X	
		Способ эталонного сосуда		X	
		Вычисление величины течи на основе закона идеального газа		X	
		Датчик перепада давления		X	
		Способ эталонного сосуда (основные положения)	X		
	Способ контроля повышения давления	Ложная течь	X		
		- характер воздействия			
		- зависимость давления от времени		X	
		- оценка			X
		Настройка системы	X		
		Настройка			X
		Вычисление величины течи на основе закона идеального газа		X	
		Выбор вакуумных манометров			
		Выбор системы		X	
		Точность вычислений по контролю			X
	Способ контроля изменения давления в колоколе	Общие требования	X		
		Настройка			X

Продолжение таблицы 12

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Поток воздуха в объект		X	
		Поток воздуха из объекта		X	
		Выбор манометров		X	
		Вычисление величины течи		X	X
		Точность вычислений по контролю			X
	Способ изменения потока	Общие требования	X		
		Настройка			X
		Поток воздуха в объект		X	
		Поток воздуха из объекта		X	
		Выбор манометров		X	
		Вычисление величины течи		X	X
		Точность вычислений по контролю			X
	Пробный газ, практика применения и способы	Метод пробного газа		X	X
		Вычисление величины течи		X	
		Выбор пробного газа и подходящего течеискателя		X	
		Критерии способов выбора для различных областей применения		X	
	Масс-спектрометры	Базовые принципы, особенности изготовления масс-спектрометрического течеискателя	X		
		- магнитный или квадрупольный	X		X
		- прямой ток и противоток	X		
		- насосные системы, блок электроники, наконечники, измерительные средства и т.п.	X		
		- обслуживание	X		
		- настроечные течи	X		
		- гелиевая смесь	X		
		Используемые физические принципы		X	
		- формула массы из отношения e/m		X	
		- масс-спектры		X	
		- магнитный		X	
		- квадрупольный		X	
		- применение общее и в целях течеискания		X	
		Масс-спектрометрический течеискатель, особенности изготовления и принцип работы		X	

Продолжение таблицы 12

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Возможности чувствительности для разных способов		X	
		Настройки		X	
		Гелиевая смесь и вычисление величины течи		X	
		Вопросы технического обслуживания		X	
		Масс-спектрометрия			X
		- качественная			X
		- количественная			X
	Диодный детектор ионов галогенов	Используемые базовые принципы	X		
		Оборудование течеискания с галогеновыми детекторами	X		
		Галогеновый детектор	X		
		Используемые физические принципы		X	
		Возможности чувствительности способа		X	
		Критерии выбора способов для различных областей применения		X	
		Скорость перемещения щупа		X	
		Галогеновый фон		X	
		Свойства хладагента в качестве пробного газа		X	
		- химический состав		X	
		- молекулярный вес		X	
		- поведение жидкости при переходе в газообразное состояние		X	
		Настройка галогеновых течеискателей		X	
		Процентный состав галогеновых смесей		X	
		Оценка чувствительности контроля		X	
	Теплоэлектрические манометры	Базовые принципы	X		
		Используемые физические принципы		X	
		Возможности чувствительности различных способов, в ходе которых используется этот детектор		X	
		Принципы работы манометра Пирани и термопарного манометров			X
	Химически активные индикаторные вещества	Используемые физические принципы		X	
		Возможности чувствительности способа		X	
		Радиоактивные газы			X

Продолжение таблицы 12

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Газоанализаторы	Используемые физические принципы		X	
		Возможности чувствительности способа		X	
		Хроматография и т.п.			X
	Поток пробного газа в объект — способы группы А	Все способы	X		
		- общие требования	X		
		- исходная конфигурация и методики	X		
		- подготовка объекта контроля	X		
		- чувствительность контроля для различных способов		X	
		- настройка		X	
		- вычисление величины течи		X	
	Вакуумный способ	Полный и парциальный	X		
		Локальный (распылением)	X		
		- подготовка поверхности объекта контроля	X		
	Поток пробного газа из объекта — способы группы В	Для всех способов	X		
		- общие требования	X		
		- исходная конфигурация и методики	X		
		- подготовка объекта контроля	X		
		- чувствительность контроля для различных способов		X	
		- настройка		X	
		- вычисление величины течи		X	
	Химический контроль аммиаком	- используемые физические принципы		X	
		- тип реагента		X	
		- применение реагента		X	
		- очистка по завершении контроля		X	
	Вакуумная камера, использующая внутреннее давление индикаторного газа				
	Вакуумная камера с использованием индикаторного газа на противоположной стороне				
	Способ давления путем накопления с применением способа всасывания	Подготовка объекта контроля	X		
		Настройка (в случае необходимости)		X	

Продолжение таблицы 12

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Базовые положения, касающиеся способа наддува-откачки (бомбардирование)	Подготовка объекта контроля		X	
		Исходная конфигурация и методики		X	
		Вычисление величины течи		X	
	Способ вакуумной камеры				
10.7 Оценка и отчетность	Заполнение протокола контроля		X		
	Анализ результатов и оценка на основе критериев приемки и применяемых процедур			X	X
	Совмещение методик течеискания	Ссылочные стандарты и другие документы		X	X
		Процедура реализации способа и модульные блоки для подготовки проекта протокола контроля			X
10.8 Оценка допустимости	Анализ с применением альтернативных способов или методов			X	
	Оценка критериев приемки в сотрудничестве с инженером, отвечающим за проект, и представителями инженерно-технического состава от производителя				X
	Анализ эргономичности с применением альтернативных способов или методов				X
10.9 Вопросы обеспечения качества	Квалификация персонала	ИСО 9712	X	X	X
		Другие системы квалификации и сертификации в области НК			X
	Документация	Формат и объем рабочих методик			X
		Квалификация методик НК			X
		Допуск (инструкции по НК, методики и персонала)			X
		Разработка письменных инструкций		X	
		Работа с точным соблюдением письменных инструкций	X		
		Прослеживаемость документации		X	X
		Надежность измерений		X	X

Окончание таблицы 12

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Знание стандартов на применение НК и стандартов на продукцию	Выбор правильного способа		X	
		Применение правильных параметров контроля		X	
		Выбор метода НК		X	X
		Профессиональная подготовка по специальности	X	X	X
		Проверка оборудования	X	X	X
10.10 Перспективные разработки	Специализированные промышленные установки			X	
	Новые разработки для промышленности и научно-исследовательской деятельности				X

11 Акустико-эмиссионный контроль (АТ). Уровни 1, 2 и 3

Подготовку по курсу акустического контроля следует проводить в соответствии с содержанием таблиц 13 и 14.

Таблица 13 — Общее содержание программы подготовки

Содержание	Уровень 1 (% от общей продолжительности)	Уровень 2 (% от общей продолжительности)	Уровень 3 (% от общей продолжительности)
11.1 Вводный курс по терминологии и истории акустико-эмиссионного контроля (АТ)	1	1	2
11.2 Физические принципы метода и связанные с ним знания	8	12	14
11.3 Знание объекта и возможностей метода и способов контроля	11	12	12
11.4 Оборудование	14	16	13
11.5 Предварительная информация по контролю	11	13	24
11.6 Проведение контроля	42	18	4
11.7 Оценка и отчетность	11	15	8
11.8 Оценка допустимости	1	8	10
11.9 Вопросы обеспечения качества	1	2	5
11.10 Перспективные разработки	0	3	8

Примечание — Учебные часы по акустико-эмиссионному контролю не включают курс подготовки по технике безопасности при проведении испытаний под давлением.

Таблица 14 — Акустико-эмиссионный контроль (АТ). Уровни 1, 2 и 3

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
11.1 Вводный курс по терминологии и истории акустико-эмиссионного контроля (АТ)	История		X	X	X
	Назначение НК	В чем суть контроля?	X	X	X
		Цель контроля?	X	X	X

Продолжение таблицы 14

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		На каком этапе жизненного цикла объекта проводится НК?	X	X	X
		Влияние НК на добавленную стоимость	X	X	X
		Кто может проводить НК?	X	X	X
		Основные методы НК	X	X	X
	Назначение акустико-эмиссионного контроля (АТ)	Определение	X	X	X
		Возможности применения и ограничения	X	X	X
	Соответствующие стандарты	ИСО 12716	X	X	X
11.2 Физические принципы и связанные знания	Физические принципы акустико-эмиссионного контроля (механизм, аналогичный землетрясениям)	Соответствующие стандарты	X		
		Общие принципы	X		
		Обзор	X		
		Визуализация	X		
		Диапазон частот		X	
		Характеристики источника		X	
		Влияние дислокации			X
		Влияние напряженного состояния материала на волны			X
		Виды разрушения			X
	Параметры акустико-эмиссионного контроля	Дискретная акустическая эмиссия	X		
		Непрерывная акустическая эмиссия	X		
		Амплитуда	X		
		Диапазон частот	X	X	
		Влияние размера источника		X	
		Влияние скорости источника		X	
		Рост источника		X	
		Нагружение		X	
		- тип нагружения		X	
		- влияние повторных нагружений			X
		Эффект Кайзера	X	X	
		- общее понимание	X		
		- в различных материалах		X	
		Акустико-эмиссионный контроль в период выдержки под нагрузкой			X
		Эффект Фелисити			X
		Коэффициент Фелисити			X

Продолжение таблицы 14

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Источники акустико-эмиссионного контроля	Металлы	X	X	X
		Композитные материалы	X	X	X
		Прочие материалы	X	X	X
		Дислокация	X	X	X
		Пластическая деформация	X	X	X
		Включения	X	X	X
		Развитие трещины	X	X	X
		- критический и субкритический рост	X	X	X
		- усталостная трещина	X	X	X
		- развитие вязкой трещины	X	X	X
		Коррозия	X	X	X
		- коррозионное растрескивание под напряжением	X	X	X
		Трение поверхностей трещины	X	X	X
		Утечка	X	X	X
		Механическое трение	X	X	X
		Незакрепленные части	X	X	X
		Не обнаруживаемые источники	X	X	X
		Прочее			X
	Распространение волны	Виды упругих волн	X		
		Продольные волны	X		
		Поперечные волны	X		
		Волны Рэлея	X		
		Волны Лэмба		X	
		Параметры волны	X		
		Волновое движение и скорость		X	
		Трансформация моды волн		X	
		Отражение и преломление		X	
		Затухание волн		X	
		- зависимость затухания от частоты			X
		Дисперсия волн		X	
		Дифракция			X
		Влияние геометрии		X	
		Влияние тени		X	

Продолжение таблицы 14

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Распространение волн в анизотропных средах			X
		Распространение волн в жидких средах			X
		Влияние жидких сред			X
	Определение расположения источника акустической эмиссии	Определение местоположения одним преобразователем	X		
		Линейная локация с дельта-t	X		
		Планарная локация с дельта-t	X		
		Локация источников непрерывной эмиссии	X		
		Детализация алгоритма			X
		- зонная локация		X	
		Тонкостенные и толстостенные структуры		X	
		Неопределенность местоположения		X	
		Трехмерная локация			X
		Блокировочные преобразователи		X	
		Взаимная корреляция			X
		Взаимосвязи с соседними зонами			X
		Точность локации, основанные на проведенном анализе			X
11.3 Знание объекта и соответствующей возможности метода и способов контроля	Области применения акустико-эмиссионного контроля	Обзор различных структур	X		
		- оборудование, работающее под давлением		X	
		- емкости-хранилища		X	
		- трубопроводы и трубопроводные системы		X	
		- машины и механизмы			X
		- прочие объекты			X
		Обзор различных материалов	X		
		Течеискание		X	
		Возможности при нагружении			X
		- влияние нагружения			X
	Основы материаловедения и базовые знания механических свойств	Ползучесть		X	
		Сварка		X	
		Механика разрушения			X
		Значимые испытания для проверки свойств материалов			X

Продолжение таблицы 14

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Оборудование, работающее под давлением	Обычный порядок контроля оборудования, работающего под давлением	X		
		Преимущества и недостатки акустико-эмиссионного контроля оборудования, работающего под давлением		X	
		Отличия акустико-эмиссионного контроля от других способов контроля			X
	Стандарты, нормы и правила на продукцию	Обзор соответствующих стандартов, касающихся акустико-эмиссионного контроля	X		
		Стандарты на продукцию и их влияние на акустико-эмиссионный контроль		X	
		Директивы по оборудованию, работающему при нормальном давлении			X
		Соответствующие стандарты, касающиеся акустико-эмиссионного контроля			X
11.4 Оборудование	Преобразователи	Пьезоэлектричество	X		
		Устройство	X		
		Амплитудно-частотная характеристика	X		
		Широкополосные и резонансные преобразователи	X		
		Акустический контакт и чувствительность	X		
		Встроенный электронный блок	X		
		С одним входом/дифференциальным входом	X		
		Разъемы	X		
		Кабельные линии	X		
		Методы настройки		X	
		Выбор преобразователя		X	
		Контур заземления		X	
		Влияние температуры		X	
		Акустический импеданс		X	
		Волновод		X	
		Влияние преобразователя на искажение сигнала			X
		Настройка методом взаимности (ISO/TR 13115)			X
		Специализированные преобразователи			X
		Экранирование			X

Продолжение таблицы 14

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Согласование акустических импедансов			X
		Чувствительность к шумам			X
		Имитаторы источников АЭ			X
	Предусилители	С одним входом/с дифференциальным входом	X		
		Единица усиления (шкала дБ)	X		
		Электронный шум	X		X
		Фильтры	X		
		- типы фильтров			X
		- выбор частотного фильтра		X	
		Влияние длины кабельных линий		X	
		Подавление синфазной составляющей		X	
		Насыщение сигнала		X	
		Входная мощность			X
	Обработка сигнала	Параметры акустико-эмиссионного контроля (ИСО 12716)		X	
		Энергия (действительная, по площади под огибающей, альтернативные виды)		X	
		Непрерывная акустическая эмиссия	X		
		Дискретная акустическая эмиссия	X		
		Фоновый шум	X		
		Средний уровень акустического сигнала	X		
		Среднеквадратичное значение	X		
		Амплитуда	X		
		Пороговое значение	X		
		Сопоставление одноканальной и многоканальной системы	X		
		Скорость сбора данных		X	
		Оцифровка формы сигнала		X	
		Запись формы сигнала		X	
		Сравнение цифрового и аналогового сигналов			X
		Определение и выбор параметров системы			X
		Типы распределений			X
		Спектральный анализ			X

Продолжение таблицы 14

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Огибающая сигнала			X
		Измерение в непрерывном режиме			X
		Системы, предназначенные для промышленного применения			X
	Определение местоположение источника, процесс обработки	Алгоритм	X	X	X
		- общий обзор	X		
		- сведения		X	
		- подробности			X
		- выбор		X	
		Линейная локация	X		
		Зонная локация	X		
		Амплитудная локация или локация источника, основанная на ослаблении сигнала	X		
		Планарная локация	X		
		Трехмерная локация		X	
		Неопределенность местоположения		X	
		Блокировочные каналы		X	
		Влияние моды волны			X
		Взаимосвязи с соседними зонами			X
		Способ взаимной корреляции			X
		Факторы, влияющие на ошибки в определении местоположения			X
	Перспективные методы обработки сигнала	Внешние параметры	X		
		Графики распределения	X		
		Графики взаимной корреляции конкретных параметров	X		
		Алгоритм быстрого преобразования Фурье		X	
		Выделение признаков сигнала		X	
		Временные соображения		X	
		Распознавание образов			X
		Усреднение сигнала			X
		Запись волновой картины взаимной корреляции			X
	Настройка оборудования	Проверка преобразователей в лаборатории	X		
		Настройка преобразователей в лаборатории		X	

Продолжение таблицы 14

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Проверка в лаборатории систем контроля акустической эмиссией	X		
		Настройка в лаборатории систем контроля акустической эмиссией		X	
		Применяемые стандарты		X	
		Различные методики настройки			X
	Основы информатики	Знания о компьютерах и их использовании	X		
		Знания о программном обеспечении		X	
11.5 Предварительная информация по контролю	Информация об объекте контроля	Характерные особенности или обозначение материала	X	X	X
		- объект, подлежащий контролю	X	X	X
		- технология изготовления	X	X	X
		- каталог недопустимых дефектов		X	X
		- объем контроля	X	X	X
	Условия проведения контроля и применение положений стандартов	Доступность для осмотра и контроля		X	X
		Инфраструктура			X
		Конкретные условия контроля		X	X
		Стандарт на применение		X	X
		Этап производства или жизненного цикла объекта, на котором должен проводиться НК			X
		Стандарты, имеющие отношение к объекту контроля		X	X
		Требования к персоналу НК		X	X
		Критерии приемки			X
	Способ и последовательность проведения контроля	Состояние поверхности		X	
		Подготовка поверхности		X	
		Документы, оформляемые по итогам контроля		X	
	Инструкции	Подготовка письменной методики			X
		Подготовка письменной инструкции		X	
		Проведение контроля в соответствии с письменной инструкцией	X		
		Документация			X
		Изложение положений стандартов, правил и методик			X

Продолжение таблицы 14

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
11.6 Проведение контроля	Конфигурация оборудования	Размещение преобразователей	X		
		Проверка работоспособности оборудования	X		
		Определение шумов	X		
		- устранение шумов	X		
		Измерение скорости и затухания	X		
		Местоположение источников и имитаторов	X		
		Устранение шумов	X		
		Факторы, влияющие на выбор испытательного оборудования		X	
		Методика нагружения и действия в ходе проведения контроля			X
	Проведение контроля	Методика нагружения	X	X	
		Действия в ходе процесса проведения испытаний	X	X	
	Порядок сбора и отображения данных во время контроля	Сбор данных	X		
		Значимость графиков для отображения данных (с функцией времени, с функцией нагружения, координатами источника, взаимной корреляции)	X		
		Проверка с эталонами	X		
		Проверка точности определения местоположения имитатора	X		
		Определение критериев приемки		X	
		Выбор графиков, взаимная корреляция и распределения		X	
		Оценка в режиме онлайн			X
	Необходимые действия в ходе проведения испытаний	Критерии прекращения испытаний	X		
		Использование других методов НК для проверки источников акустической эмиссии, выявленных при контроле в режиме онлайн		X	
		Трактовка и сопоставление результатов, полученных при обнаружении источника в ходе акустико-эмиссионного контроля, и при использовании иного приемлемого метода НК			X
11.7 Оценка и отчетность	Отображение данных	Временные зависимости	X		
		Зависимости от нагружения	X		

Продолжение таблицы 14

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Параметрические зависимости	X		
		Локации источников	X		
		Графики с функцией распределения	X		
		Графики взаимной корреляции конкретных параметров	X		
		Взаимная корреляция источников акустической эмиссии		X	
		Перспективные методы отображения данных (распознавание образцов)			X
	Расшифровка данных	Шум и иные несоответствующие проявления	X		
		Режимы акустико-эмиссионного контроля в зависимости от приложенной нагрузки	X		
		Постобработка и фильтрация шумов		X	
		Активность источника		X	
		Перспективные способы фильтрации			X
	Оценка данных	Существенные источники		X	
		Критически опасные источники		X	
		Перспективные процессы оценки			X
	Документальное оформление результатов контроля	Отчетные документы по результатам контроля	X		
		Составление протокола контроля согласно соответствующим стандартам		X	
11.8 Оценка допустимости	Стандарты на продукцию и критерии приемки	Включение критериев приемки в инструкцию по контролю		X	
		Включение критериев приемки в методику по контролю			X
		Трактовка критериев приемки, содержащихся в стандартах на продукцию			X
	Оценка источника акустической эмиссии и результатов контроля	Основные принципы проверки подлинности источника	X		
		Зависимость контроля акустической эмиссией от физических источников		X	
		Объяснение взаимосвязи между акустико-эмиссионным контролем и физическими источниками			X
		Передовые способы обработки данных			X
11.9 Вопросы обеспечения качества	Квалификация персонала	ИСО 9712	X	X	X
		Другие системы квалификации и сертификации в области НК			X

Окончание таблицы 14

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Документация	Формат и объем рабочих методик			X
		Квалификация методик НК			X
		Допуск (НК инструкции, методик и персонала)			X
		Разработка письменной инструкции		X	
		Работа с точным соблюдением письменной инструкции	X		
		Прослеживаемость документации		X	X
		Надежность измерений		X	X
	Знание стандартов на применение НК и стандартов на продукцию	Выбор правильного способа НК		X	
		Применение правильных параметров контроля		X	
		Выбор метода НК		X	X
		Профессиональная подготовка по специальности	X	X	X
		Проверка оборудования	X	X	X
11.10 Перспективные разработки	Новые разработки в области контроля акустической эмиссией и смежными способами НК	Новые разработки в области НК (различия)			X

12 Визуальный контроль (VT). Уровни 1, 2 и 3

Подготовку по курсу визуального контроля следует проводить в соответствии с содержанием таблиц 15 и 16.

Таблица 15 — Общее содержание программы подготовки

Содержание		Уровень 1 (% от общей продолжительности)	Уровень 2 (% от общей продолжительности)	Уровень 3 (% от общей продолжительности)
12.1	Вводный курс по терминологии и истории визуального контроля (VT)	3	4	8
12.2	Физические принципы метода и связанные с ним знания	3	12	10
12.3	Знание объекта и возможностей метода и способов контроля	18	13	8
12.4	Оборудование	12	8	8
12.5	Предварительная информация по контролю	3	8	21
12.6	Проведение контроля	12	12	5
12.7	Оценка и отчетность	37	19	10
12.8	Оценка допустимости	3	4	2
12.9	Вопросы обеспечения качества	6	12	22
12.10	Перспективные разработки	3	8	6

Таблица 16 — Визуальный контроль (VT). Уровни 1, 2 и 3

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
12.1 Вводный курс по терминологии и истории визуального контроля (VT)	История		X	X	X
	Цель контроля	В чем суть контроля?	X	X	X
		Цель контроля?	X	X	X
		На каком этапе жизненного цикла объекта проводится НК?	X	X	X
		Влияние НК на добавленную стоимость	X	X	X
		Кто может проводить НК?	X	X	X
		Основные методы НК	X	X	X
	Назначение визуального контроля (VT)	Определение	X	X	X
		Возможность применения и ограничения	X	X	X
		Углубленный обзор применений визуального контроля	X	X	
		Использование визуального контроля в качестве дополнения к другим методам НК	X	X	
	Терминология		X	X	X
12.2 Физические принципы и связанные знания	Основы	Цели и принципы визуального контроля	X	X	
		Исчерпывающие сведения и понимание физических принципов и физики света	X	X	X
		Оптические явления	X	X	
		- поляризация света	X	X	
		- стробоскопический эффект	X	X	
		- дисперсия	X	X	
		- преломление и показатель преломления	X	X	
		- отражение	X	X	
		- флуоресценция	X	X	
		- преимущества и недостатки оптического излучения различных длин волн (УФ, ИК), включая цветовую температуру	X	X	X
	Зрение	Глаз	X	X	
		- функционирование	X	X	
		- строение	X	X	
		- ограничения зрительного восприятия	X	X	
		- адаптация и аккомодация глаза	X	X	
		- нарушения зрительной функции	X	X	
		- диапазоны человеческого зрения	X	X	X
		- влияния нарушений зрения	X	X	X

Продолжение таблицы 16

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Освещение	Пропускание света	X	X	
		Отражение	X	X	
		Поглощение	X	X	
		Физика света	X	X	
		Электромагнитное излучение	X	X	
		Волновой диапазон видимого света	X	X	
		Типы источников освещения	X	X	X
		- естественный	X	X	X
		- искусственный, включая лазер	X	X	X
		Светодиодные источники освещения (преимущества и недостатки)			
		- различные длины волн оптического излучения (УФ, ИК)		X	X
		- цветовая температура	X	X	X
		- светодиодные источники освещения	X	X	X
		Фотометрия	X	X	
		Уровни освещенности	X	X	
		Измерения уровня освещенности	X	X	
		Светимость	X	X	
		- уровни освещенности	X	X	
		- способы освещения	X	X	
		- контраст	X	X	
	Принципы оптики	Принципы действия линз		X	
		Принципы действия луп		X	
		Построение изображения		X	
		Мнимые изображения		X	
		Хроматическая аберрация		X	
		Геометрические искажения		X	
		Принципы получения увеличенного изображения		X	
	Принципы работы камеры и фотодатчика	Оптические фильтры			X
		Построение цифровых изображений и сопутствующие проблемы			X
		Обработка изображения			X
		Анализ изображения			X

Продолжение таблицы 16

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Сжатие и передача изображения			X
		Хранение изображения			X
		Разрешение			X
		Видеомониторы			X
		Прочие видеоконтрольные устройства			X
		Люксметры и фотометры			X
	Принципы действия жгутов волновой оптики и линз	Когерентные			X
		Некогерентные			X
	Фотограмметрия				X
	Зрительное восприятие	Что видит глаз		X	
		Как увиденное отображается в мозге		X	
		Как увиденное воспринимают окружающие		X	
		Что видят конструктор, инженер и др.		X	
	Характеристики материала, влияющие на контроль	Окраска	X	X	
		Состояние поверхности	X	X	
		Подготовка поверхности	X	X	
		Чистота	X	X	
		Форма	X	X	
		Размер	X	X	
		Температура	X	X	
		Текстура	X	X	
		Вид	X	X	
		Обработка поверхности	X	X	
	Факторы окружающей среды и физиологические	Атмосфера		X	
		Удобство		X	
		Перспектива		X	
		Расстояние		X	
		Возможность доступа к объекту контроля		X	
		Усталость		X	
		Состояние здоровья		X	
		Влажность		X	
		Ментальное состояние		X	
		Положение тела		X	

Продолжение таблицы 16

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Безопасность		X	
		Температура		X	
		Чистота		X	
	Прямой и непрямой методы контроля		X	X	
	Зрение	Требования	X	X	
		Ответственность работодателя		X	
12.3 Знание объекта и соответствующей возможности метода и способов контроля		Обзор основных дефектов, выявляемых визуальным контролем в соответствии с конкретными секторами	X		
		Оценка поверхности			X
		Объекты контроля и возможные дефекты		X	X
		Основные процессы производства и ухудшения качества		X	X
		Термины, происхождение, природа и внешний вид дефектов		X	X
		Сектора продукции		X	X
		Основы металлургии — технологические процессы/изделие		X	X
		Способы сварки/получение неразъемных соединений		X	X
		Плакирование и буферные слои		X	X
		- методы производства продукции, полученной обработкой давлением		X	X
		- процессы холодной обработки		x	x
		- процессы термической обработки		X	X
		Шероховатость и волнистость		X	X
		Определение формы и геометрии дефектов			X
		Состав материала		X	X
		- методы чистовой обработки поверхности		X	X
		- основы технологии литейного производства		X	X
		- процессы механической обработки и удаления материала		X	X
		- полимеры/композиты		X	X
		Контроль в ходе эксплуатации		X	X
		- дефекты, возникающие в результате эксплуатации		X	X

Продолжение таблицы 16

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- дефекты от механического воздействия		X	X
		- тепловые дефекты		X	X
		- дефекты трения при отсутствии смазки		X	X
		- дефекты износа		X	X
		- дефекты от химического воздействия		X	X
		- дефекты от электрохимического воздействия		X	X
	Возможность и ограничения визуального контроля	Беглый взгляд/пристальное внимание	X		
		Возможность обнаружения		X	
		- размер дефекта		X	
		- форма		X	
		- пространственная ориентация/положение		X	
		- типы дефектов		X	
		- влияние состояния поверхности		X	
		- ограничения оборудования		X	
		- влияние освещенности		X	
	Сопутствующие способы	Использование измерительных приспособлений (шаблонов)		X	
		Наборы образцов сравнения		X	
		Измерения		X	
		Получение изображения термографическим способом		X	
		Снятие реплики		X	
12.4 Оборудование	Введение и применения	Зеркала	X	X	X
		Лупы	X	X	X
		Бороскопы	X	X	X
		Фиброскопы	X	X	X
	Фотографическая и видеоаппаратура	Камеры для получения изображения	X	X	
		Видеомониторы	X	X	
		Источники света и специальное освещение	X	X	
		Измерительные приспособления	X	X	
		Шаблоны	X	X	
		Измерительные шкалы	X	X	
		Специальные приспособления			X
		Автоматизированные системы		X	X

Продолжение таблицы 16

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Компьютеризированные системы		X	X
		Демонстрационный тестовый образец	X	X	
		Мишени для определения пространственного разрешения	X	X	X
		Окулярные шкалы		X	X
		Влияние схемы контроля			X
		Оценка оборудования, предназначенного для решения конкретной задачи			X
		Разработка методов проверки работоспособности оборудования			X
		- выбор/конструкция			X
		- применение демонстрационных тестовых образцов			X
	Оборудование для записи, передачи и хранения изображения	Выбор оборудования		X	
		Предельные возможности оборудования		X	
		Проверка оборудования	X	X	
		Методика управления, технического обслуживания и настройки оборудования			X
	Определение размеров индикации	Системы отображения изображения		X	
		Специальные оптические системы		X	
		Требования к специализированному оборудованию (например, подводному, радиационностойкому)	X	X	
12.5 Предварительная информация по контролю	Информация об объекте контроля	Характерные особенности или обозначение материала		X	X
		- объект контроля		X	X
		- технология изготовления		X	X
		- каталог недопустимых дефектов		X	X
		- объем контроля		X	X
	Условия проведения контроля и применение положений стандартов	Доступность для осмотра и контроля		X	X
		Инфраструктура		X	X
		Конкретные условия контроля		X	X
		Стандарт на применение		X	X
		Этап производства или жизненного цикла объекта, на котором должен проводиться НК		X	X
		Стандарты, нормы и правила, имеющие отношение к объекту контроля		X	X

Продолжение таблицы 16

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Требования к персоналу НК		X	X
		Критерии приемки		X	X
	Способ и порядок проведения контроля	Состояние поверхности		X	
		Подготовка поверхности		X	
		Освещение (тип, уровень, направление)		X	
		Документы, оформляемые по итогам контроля		X	
		Используемое оборудование визуального контроля		X	
		Демонстрационный тестовый образец и контрольные точки инспекции		X	
		Требование к записанным изображениям		X	
	Инструкции	Подготовка письменной методики			X
		Подготовка письменной инструкции		X	
		Проведение контроля в соответствии с письменной инструкцией	X		
		Документация		X	X
		Изложение положений стандартов, правил и методик			X
12.6 Проведение контроля	Схема контроля	Демонстрационные тестовые образцы	X	X	
		Мишени для определения пространственного разрешения	X	X	
		Настройка		X	
		Письменная инструкция		X	X
		Письменная методика		X	X
12.7 Оценка и отчетность	Отчет о результатах	Ссылка на стандарты по контролю	X	X	
		Статус настройки	X	X	
		Реперные точки для определения местоположения индикаций	X	X	
		Классификация индикаций	X	X	
		- критерии приемки согласно инструкции	X	X	
		- протоколы и документация	X	X	
		- протоколы результатов проверки	X	X	
	Контроль и мониторинг результатов контроля	Расшифровка		X	X
		Оценка		X	X
		- объективная		X	X
		- субъективная		X	X

Продолжение таблицы 16

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Отчет о результатах в соответствии со спецификациями и стандартами		X	X
		Завершение схемы регулировки		X	X
	Разработка отчетных форм	Структура итоговых форм			X
		Хранение итоговых форм			X
		Распределение итоговых форм			X
		Изучение соответствующих норм и стандартов на изделие для каждого применения			X
		Функции контрольной точки для расшифровки и оценки для уровня 2			X
12.8 Оценка допустимости	Классификация и оценка наблюдений	Критерии приемки		X	X
		- нормы и правила		X	X
		- стандарты		X	X
		- письменные инструкции		X	X
		- рекомендация специалиста уровня 3 для случаев, когда не существуют нормы, правила и стандарты.		X	X
		- Спецификация на проектирование		X	X
		Путем сравнения		X	X
		Путем измерения		X	
		Автоматизированная оценка (например, распознавание образов)		X	
		Запись		X	
		Отчетность		X	
		Анализ результатов			X
		Переработка требований правил, стандартов, спецификаций на проектирование и т. п.			X
		в целях выработки четких критериев приемки для включения в письменные методики и инструкции			
		Поиск информации или вспомогательных материалов в целях изучения полученных наблюдений, не описанных в нормах, правилах и стандартах, и последующей разработки критериев приемки			X
		Подготовка специалистов уровней 1 и 2 для работы с критериями приемки			X
12.9 Вопросы обеспечения качества	Квалификация персонала	ИСО 9712	X	X	X
		Другие системы квалификации и сертификации в области НК			X

Окончание таблицы 16

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Документация	Формат и объем рабочих методик			X
		Квалификация методик НК			X
		Допуск (НК инструкции, методики и персонала)			X
		Разработка письменной инструкции		X	
		Работа с точным соблюдением письменной инструкции	X		
		Прослеживаемость документации		X	X
		Надежность измерений		X	X
	Знание стандартов на применение НК и стандартов на продукцию	Выбор правильного способа контроля		X	X
		Применение правильных параметров контроля		X	X
		Выбор метода НК			X
		Профессиональная подготовка по специальности			X
		Проверка оборудования	X	X	X
12.10 Перспективные разработки	Важность изучения существующих и разрабатываемых способов и методов применения визуального контроля				X
	Краткие сведения о новейших разработках				X

13 Инфракрасный термографический контроль (ТТ). Уровни 1, 2 и 3

Подготовку по курсу инфракрасного термографического контроля следует проводить в соответствии с содержанием таблиц 17 и 18.

Таблица 17 — Общее содержание программы подготовки

Содержание		Уровень 1 (% от общей продолжительности)	Уровень 2 (% от общей продолжительности)	Уровень 3 (% от общей продолжительности)
13.1	Вводный курс по терминологии и истории инфракрасного термографического контроля (ТТ)	1	1	1
13.2	Физические принципы метода и связанные с ним знания	12	12	23
13.3	Знание объекта и возможностей метода и способов контроля	30	24	3
13.4	Оборудование	15	9	13
13.5	Предварительная информация по контролю	1	11	13
13.6	Проведение контроля	30	26	18
13.7	Оценка и отчетность	10	7	11

Окончание таблицы 17

Содержание	Уровень 1 (% от общей продолжительности)	Уровень 2 (% от общей продолжительности)	Уровень 3 (% от общей продолжительности)
13.8 Оценка допустимости	0	5	6
13.9 Вопросы обеспечения качества	1	4	7
13.10 Перспективные разработки	0	1	5

Таблица 18 — Инфракрасный термографический контроль (ТТ). Уровни 1, 2 и 3

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
13.1 Вводный курс по терминологии и истории инфракрасного термографического контроля (ТТ)	История		X	X	X
	Назначение НК	В чем суть контроля?	X	X	X
		Цель контроля?	X	X	X
		На каком этапе жизненного цикла объекта проводится НК?	X	X	X
		Влияние НК на добавленную стоимость	X	X	X
		Кто может проводить НК?	X	X	X
		Основные методы НК	X	X	X
	Назначение инфракрасного термографического контроля (ТТ)	Определение	X	X	X
		Возможность применения и ограничения	X	X	X
	Терминология		X	X	X
13.2 Физические принципы и связанные знания	Передача теплоты	Теплота/температура/энергия	X	X	
		Закон термодинамики	X	X	
		Фазовые состояния вещества	X	X	
		- твердое	X	X	
		- жидкое	X	X	
		- газообразное	X	X	
		Разновидности температурной шкалы	X	X	
		Основы теплопроводности	X	X	
		- закон Фурье	X	X	
		Основы теплоотдачи	X	X	
		- закон охлаждения Ньютона	X	X	
		Основы теплового излучения	X	X	
		- закон Планка	X	X	
		- закон Вина	X	X	
		- закон Стефана-Больцмана	X	X	

Продолжение таблицы 18

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Испарение	X	X	
		- введение	X		
		- основы		X	
	Проектирование инфракрасных систем	Электромагнитный спектр	X		
		- определение инфракрасного диапазона волн	X		
		Терминология	X		
		Излучающая способность	X		
		Отражающая способность	X		
		Прозрачность	X		
		Поглощение	X		
		Черное тело/серое тело	X		
		- селективный излучатель		X	
		Закон Кирхгофа	X		
		Влияние равновесного излучения в полости	X		
		Окно прозрачности атмосферы	X		
		Теплофизические свойства материалов	X		
		Излучающая способность материалов	X		
		Стационарный/нестационарный режим	X	X	X
		Температуропроводность		X	X
		Сопротивление теплового контакта		X	X
		Теоретическая температура оценка/расчет		X	X
		Поглощение		X	X
		- атмосферный		X	X
		- различные газы			X
		Закон Бугера-Ламберта-Бера		X	X
		Методы измерения температуры		X	X
		- контактные или бесконтактные, описание принципов действия различных датчиков		X	X
		Специальная излучательная способность			X
		Фотометрия			X
		Геометрическая оптика			X
13.3 Знание объекта и соответствующей возможности метода и способов контроля	Принципы инфракрасной термографии	Параметры инфракрасной термографии	X	X	
		Способ, основанный на обнаружении	X	X	
		- поля адиабатической температуры	X	X	

Продолжение таблицы 18

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- расслоения/трещины	X	X	
		- саморазогрев	X	X	
		- влияние излучения в полости	X	X	
		- активный метод	X	X	
		- пассивный метод	X	X	
		- качественная термография	X	X	
		- количественная термография	X	X	
		Критерий выбора способа		X	X
		Иные типы оборудования измерения температуры и используемые ими принципы измерения			X
		Настройка	X	X	X
	Термоупругий метод измерения механических напряжений	Термоупругий эффект		X	X
		Принцип действия метода		X	X
		Способ синхронной регистрации сигнала			X
		Способ отображения разности температур			X
		Термоупругие свойства материалов			X
		Разрешающая способность определения напряжения			X
		Частотный диапазон нагрузок			X
	Различные виды дефектов и причины их возникновения	Электрические сети и оборудование/электронные устройства	X	X	
		Машины и оборудование	X	X	
		Заводские установки и агрегаты	X	X	
		Здания и сооружения	X	X	
		Материалы	X	X	
		Разработки и конструирование новых материалов (пластик, армированный углеродным волокном, пластик, армированный стекловолокном, слоистые конструкции и т. п.)			X
		Возможности метода, вероятность обнаружения			X
		Комбинация методов (различные приспособления для создания тепловых нагрузок, различные методы НК)			X
13.4 Оборудование	Приборы для инфракрасной термографии	Основные элементы и функции	X		
		Характеристики детекторов	X		

Продолжение таблицы 18

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- квантового типа	X		
		- теплового типа	X		
		Факторы, влияющие на излучательную способность	X		
		Минимальный обнаруживаемый размер (MDD)	X	X	
		- пространственное разрешение	X		
		- расстояние	X		
		Минимальная обнаруживаемая разность температур (MDTD)		X	X
		Минимальная разрешимая разность температур (MRTD)		X	X
		Поле зрения (FOV)	X		
		Сведения об обработке изображения	X		
		- цветовые палитры	X		
		- усреднение кадров	X	X	
		- коррекция пикселей	X		
		Последовательность обработки сигнала в приборах		X	
		Механизмы и принципы действия детекторов		X	
		Критерии выбора детекторов		X	
		- болометр		X	
		- термопара		X	
		- термостолбик (термоэлектрическая батарея)		X	
		- пироэлектрический детектор		X	
		Метод сканирования для детекторов		X	
		Измерительные диапазоны длин волн		X	
		- коротковолновый		X	
		- длинноволновый		X	
		Критерии выбора диапазона длин волн для измерения		X	
		Эквивалентная шуму разность температур (NETD)		X	
		Число пикселей		X	
		Длительность экспозиции		X	
		Динамический диапазон			X
		Стандартный образец			X

Продолжение таблицы 18

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Вспомогательные устройства и аксессуары	Фильтры	X		
		- разновидности и назначение фильтров	X		
		- критерии выбора фильтров		X	
		Разновидности и назначение объективов	X		
		- критерии выбора объектива		X	
		- оптическая система			X
		- макрообъективы			X
		- иммерсионные объективы			X
		Разновидности и назначение прочих вспомогательных устройств и аксессуаров	X		
		- излучательная способность черной краски и ленты		X	
		- критерии выбора инфракрасного зеркала		X	
		- материалы прозрачных окон		X	
		- критерии выбора прозрачных окон, включая антибликовое покрытие			X
		Двухспектральные ИК-камеры			X
	Устройства тепловой стимуляции	Разновидности	X		
		- контактная тепловая стимуляция	X		
		- лучистый нагрев	X		
		- импульсная лампа/ступенчатое возбуждение	X		
		- электронагрев	X		
		- прочие устройства тепловой стимуляции	X		
		Критерии выбора устройства тепловой стимуляции		X	
		Метод измерения термоупругого напряжения		X	
		Производительность			X
		Однородность			X
		Воспроизводимость			X
		Безопасность			X
13.5 Предварительная информация по контролю	Информация об объекте контроля	Характерные особенности или обозначение материала	X	X	X
		- объект контроля	X	X	X
		- технология изготовления	X	X	X
		- каталог недопустимых дефектов	X	X	X
		- объем контроля	X	X	X

Продолжение таблицы 18

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Условия проведения контроля и применение положений стандартов	Доступность для осмотра и контроля		X	X
		Инфраструктура			X
		Конкретные условия контроля		X	X
		Стандарт на применение		X	X
		Этап производства или жизненного цикла объекта, на котором должен проводиться НК			X
		Стандарты, имеющие отношение к объекту контроля		X	X
		Требования к персоналу НК		X	X
		Критерии приемки			X
	Способ и порядок проведения контроля	Состояние поверхности		X	
		Подготовка поверхности		X	
		Документы, оформляемые по итогам контроля		X	
	Инструкции	Подготовка письменной методики			X
		Подготовка письменной инструкции		X	
		Проведение контроля в соответствии с письменной инструкцией	X		
		Документация			X
		Изложение положений стандартов, правил и методик			X
13.6 Проведение контроля	Условия проведения контроля	Условия проведения	X		
		Учет и определение факторов, приводящих к погрешностям	X		
		Учет и внесение поправок на		X	
		- атмосферное поглощение	X	X	
		- фоновое излучение	X	X	
		Инструкции для прозрачных объектов		X	
		Автоматизированный контроль сканированием на поточной линии			X
		Управление и настройка производственного процесса			X
		Моделирование методом конечных элементов для параметров распространения, предсказания результатов и воспроизведения			X
	Работа инфракрасных приборов	Установка излучательной способности	X		
		Сведения о коррекции детекторов	X		
		Понимание о пространственном разрешении	X		

Продолжение таблицы 18

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Зависимость излучающей способности от угла наблюдения		X	
		- установка угла наблюдения	X		
		Зависимость излучательной способности от температуры		X	
		- выбор температурного диапазона	X		
		- установка уровня и интервала температуры	X		
		Настройка длительности кадров	X		
		Инструкция для инфракрасного зеркала	X		
		Настройка фокуса	X		
		Контрольный объект	X		
		Измерение излучающей способности	X	X	
		Зависимость излучающей способности от длины волны	X	X	
		Зависимость излучающей способности от шероховатости поверхности	X	X	
		Зависимость излучающей способности от толщины оксидной пленки	X	X	
		Излучение квазичерного тела	X	X	
	Особые случаи	Анализ термоупругих напряжений			X
		Контроль полупрозрачных материалов			X
		Высокотемпературные применения			X
		Измерение на большой скорости			X
		Обнаружение газов			X
	Различные типы дефектов и причины их возникновения	Электрические сети и оборудование	X	X	
		Электронные устройства	X	X	
		Машины и оборудование	X	X	
		Заводские установки и агрегаты	X	X	
		Здания и сооружения	X	X	
		Материалы	X	X	
13.7 Оценка и отчетность	Обработка данных	Разновидности и назначение	X		
		Определение пороговых значений		X	
		Усреднение		X	
		Вычитание фона		X	
		Вычитание		X	
		Метод синхронной регистрации сигнала		X	

Продолжение таблицы 18

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Компенсация движения		X	
		Анализ трендов		X	
		Выбор критериев последовательности обработки данных		X	
	Запись	Требования	X	X	
	Отчетность	Требования	X	X	
		Определение характеристик		X	
		Расшифровка индикаций		X	
		Оценка индикаций		X	
	Применение дополнительных методов НК	Трактовка соответствующих стандартов, норм и правил			X
		Оценка (обычный подход, аттестованный метод)			X
		Различие между недопустимым дефектом и артефактом			X
		Критерии приемки			X
		Уровень значимых изменений			X
		Процесс хранения и записи			X
13.8 Оценка допустимости	Оценка и подтверждение протоколов контроля	Применение принципов приемки		X	
		- критерии согласно стандартам, правилам и методикам		X	
		- критерии приемки и классификации			X
		- значимость несплошностей			X
		- с применением и без применения норм, правил и стандартов			X
13.9 Вопросы обеспечения качества	Квалификация персонала	ИСО 9712	X	X	X
		Другие системы квалификации и сертификации в области НК			X
	Документация	Формат и объем рабочих методик			X
		Квалификация методик НК			X
		Допуск (НК инструкции, методики и персонала)			X
		Разработка письменной инструкции		X	
		Работа с точным соблюдением письменной инструкции	X		
		Прослеживаемость документации		X	X
		Надежность измерений		X	X

Окончание таблицы 18

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Знание стандартов на применение НК и стандартов на продукцию	Выбор правильного способа контроля		X	
		Применение правильных параметров контроля		X	
		Выбор метода НК		X	X
		Профессиональная подготовка по специальности	X	X	X
		Проверка оборудования	X	X	X
13.10 Перспективные разработки	Общая информация			X	
	Новейшие разработки	Промышленные применения			X
		Научные применения			X

14 Тензометрический контроль (TS). Уровни 1, 2 и 3

Подготовку по курсу тензометрического контроля следует проводить в соответствии с содержанием таблиц 19 и 20.

Таблица 19 — Общее содержание программы подготовки

Содержание		Уровень 1 (% от общей продолжительности)	Уровень 2 (% от общей продолжительности)	Уровень 3 (% от общей продолжительности)
14.1	Вводный курс по терминологии и истории тензометрического контроля (ST)	6	2	2
14.2	Физические принципы метода и связанные с ним знания	16	18	25
14.3	Знание объекта и возможностей метода и способов контроля	12	17	18
14.4	Оборудование	13	8	15
14.5	Предварительная информация по контролю	22	15	5
14.6	Проведение контроля	16	13	15
14.7	Оценка и отчетность	13	17	5
14.8	Оценка допустимости	0	6	5
14.9	Вопросы обеспечения качества	2	4	5
14.10	Перспективные разработки	0	0	5

Таблица 20 — Тензометрический контроль (TT). Уровни 1, 2 и 3

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
14.1 Вводный курс по терминологии и истории тензометрического контроля (TS)	История		X	X	X
	Цель контроля	В чем суть контроля?	X	X	X
		Цель контроля?	X	X	X

Продолжение таблицы 20

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		На каком этапе жизненного цикла объекта проводится НК?	X	X	X
		Влияние НК на добавленную стоимость	X	X	X
		Кто может проводить НК?	X	X	X
		Основные методы НК	X	X	X
	Назначение тензометрического контроля (TS)	Определение	X	X	X
		Возможность применения и ограничения	X	X	X
14.2 Физические принципы и связанные знания	Физические принципы	Нагрузка и деформация	X		
		Напряжения и деформации на поверхности	X	X	X
		- определения	X	X	
		- взаимозависимости	X	X	
		- преобразования координат		X	
		- круги напряжений Мора		X	
		- напряжения и деформации поверхности		X	
		- принцип напряжений и деформаций		X	
14.3 Знание объекта и соответствующей возможности метода и способов контроля	Знание объекта	Испытания материалов			X
		Плосконапряженное состояние			X
		Виды напряженно-деформированного состояния			X
		Напряжения и деформации в сосудах, работающих под давлением			X
		Термическая деформация			X
		Динамическая деформация			X
	Электрическая цепь	Базовые положения	X	X	
		- электрические цепи постоянного тока	X	X	
		- электрические цепи переменного тока		X	
	Тензометрия	Характеристики	X	X	X
		Принципы работы	X	X	X
		Структура	X	X	X
14.4 Оборудование	Система измерений	Измерение статической деформации	X	X	
		Измерение динамической деформации	X	X	
		Источник питания измерительного моста	X	X	
	Тензометрические датчики	Различные типы тензометрических датчиков	X	X	
		Характеристики	X	X	X

Продолжение таблицы 20

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Свойства		X	X
		Категории		X	X
		Контакты		X	
		Пределы применения		X	X
		Выбор		X	
		Измерительный мост	X	X	X
		- принципы работы	X	X	X
		- проводные соединения	X	X	X
		- эквивалентная деформация	X	X	
		Тензодатчик и регистрирующее устройство	X	X	X
		- тензодатчик статической деформации	X	X	
		- тензодатчик динамической деформации	X	X	
		- входной разъем	X	X	
		Регистратор	X	X	
		- категории		X	X
		Отклик измерительной системы		X	X
	Преобразователь	Характеристики		X	X
		Принцип измерения		X	X
		Разновидность		X	X
14.5 Предварительная информация по контролю	Информация об объекте контроля	Характерные особенности или обозначение материала		X	X
		- объект контроля		X	X
		- технология изготовления		X	X
		- каталог недопустимых дефектов		X	X
		- объем контроля		X	X
	Условия проведения контроля и применение положений стандартов	Доступность для осмотра и контроля		X	X
		Инфраструктура			X
		Конкретные условия контроля		X	X
		Стандарт на применение		X	X
		Этап производства и жизненного цикла объекта, на котором должен проводиться НК			X
		Стандарты, имеющие отношение к объекту контроля		X	X
		Требования к персоналу НК		X	X
		Критерии приемки			X

Продолжение таблицы 20

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Способ и порядок проведения контроля	Состояние поверхности		X	
		Подготовка поверхности		X	
		Корректировка измеренных величин	X	X	
		Поправка на чувствительность тензорезистора	X	X	
		Поправка, включающая сопротивление контакта тензорезистора		X	
		Деформация, вызванная изменением температуры		X	
		- тензодатчики, способные самостоятельно компенсировать температурную погрешность		X	
		Компенсация температурной погрешности путем размещения на детали, не подвергающейся деформации, датчика, аналогичного датчику, размещенному на детали, подвергающейся деформации		X	
		Информация о тензодатчике		X	X
		- контакт		X	X
		- разъемы устройств тензодатчика		X	X
		- клеевой состав		X	X
		- проверка надежности установки		X	X
		Защита от влаги		X	X
		Ошибки, возникающие при контроле, и пути их решения		X	X
		- ошибки, обусловленные углом крепления тензодатчика		X	
		- несогласованость баланса измерительного моста		X	
		- нестабильность измерения		X	
		- шум		X	
		Долговременные измерения		X	
		Документы, оформляемые по итогам контроля		X	
	Инструкции	Подготовка письменной методики			X
		Подготовка письменной инструкции		X	
		Проведение контроля в соответствии с письменной инструкцией	X		
		Документация			X
		Изложение положений стандартов, правил и методик			X

Продолжение таблицы 20

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
14.6 Проведение контроля	Подготовка	Установка тензодатчика	X	X	
		- подготовка перед установкой	X	X	
		- установка	X	X	
		- проверка надежности установки	X	X	
		Подготовка измерительной системы		X	
		Защита от влаги	X	X	
		Методика контроля деформаций (статическая деформация)	X	X	X
		Проведение измерений	X	X	
		- при помощи преобразователя		X	X
		- настройка преобразователя		X	X
		- выполнение измерений		X	X
		Методика контроля деформаций (динамическая деформация)	X	X	
		Подсоединение оборудования	X	X	
	Тензометрический контроль в особых условиях и обстоятельствах	Вводный курс			X
		Контроль значительных деформаций			X
		Контроль при низких и высоких температурах			X
		Контроль в воде и при высоком давлении			X
		Контроль в магнитных и электрических полях			X
		Контроль напряжений вращающихся деталей			X
		Контроль импульсной деформацией			X
		Контроль остаточных деформаций			X
14.7 Оценка и отчетность		Запись и протоколирование данных по нагрузкам и деформациям	X	X	
		Оценка данных по деформациям		X	X
		- корректировка данных по деформациям		X	
		Расчет напряжений на основе данных по нагрузкам и деформациям		X	X
		Протокол контроля		X	X
14.8 Оценка допустимости		Критерии разрушения и прочности		X	X
		- допустимое напряжение и фактор безопасности		X	X
		- Усталость			X
		- механика разрушения			X

Окончание таблицы 20

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
14.9 Вопросы обеспечения качества	Квалификация персонала	ИСО 9712	X	X	X
		Другие системы квалификации и сертификации в области НК			X
	Документация	Формат и объем рабочих методик			X
		Квалификация методик НК			X
		Допуск (НК инструкции, методик и персонала)			X
		Разработка письменной инструкции		X	X
		Работа с точным соблюдением письменной инструкции	X		X
		Прослеживаемость документации		X	X
		Надежность измерений		X	X
	Знание стандартов на применение НК и стандартов на продукцию	Выбор правильного способа контроля		X	X
		Применение правильных параметров контроля		X	X
		Выбор метода НК	X	X	X
		Подготовка на рабочем месте	X	X	X
		Проверка оборудования	X	X	X
14.10 Перспективные разработки	Прочие методы контроля деформаций	Принципы работы и характеристики			X
		Оптический метод			X
		Инфракрасный метод			X
		Рентгеновский метод измерения напряжений			X
		Магнитный метод			X
		Ультразвуковой метод			X
		Метод хрупких тензочувствительных покрытий			X

15 Разрабатываемые способы контроля

Цель данного раздела — дать рекомендации по подготовке по темам, связанным с передовыми способами. Рекомендуется соблюдать необходимое предварительное условие для допуска к обучению (см. таблицы 21—23) — наличие у обучающегося, как минимум, сертификата уровня 2 по главному методу, связанному с соответствующими возникающими технологиями.

Таблица 21 — Ультразвуковой дифракционно-временной способ (UT-TOFD). Уровни 1, 2 и 3

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
15.1.1 Вводный курс по терминологии и истории ультразвукового дифракционно-временного способа (UT-TOFD)	История		X	X	X
	Вводный курс по ультразвуковому дифракционно-временному способу	Обзорный материал	X	X	X
			X	X	X
15.1.2 Физические принципы и связанные знания	Математические и физические основы	Акустический пучок, основные положения		X	
		Волны		X	
		- синусоидальное движение		X	
		- амплитуда		X	
		- частота		X	
		- длина волны		X	
		- скорость распространения акустических волн		X	
		- продольные волны		X	
		- поперечные волны		X	
		Принципы дифракции волн		X	
		Акустическое поле UT-TOFD преобразователя		X	
		Визуализация изображений UT-TOFD		X	
		Расстояние между точками выхода двух преобразователей (PSC)		X	
15.1.3 Знание объекта и соответствующей возможности метода и способов контроля	Различные недопустимые дефекты, относящиеся к процессам производства и эксплуатации в зависимости от конкретных секторов	Производственные недопустимые дефекты (сварка)		X	
		Применение способа UT-TOFD с учетом характера продукции и предполагаемых несплошностей (недопустимые дефекты сварки)		X	
	Общие свойства образца	Влияние состояния поверхности		X	
		Геометрия		X	
		Затухание		X	
		Контрольные отражатели (боковое цилиндрическое отверстие, прямоугольный паз)		X	
15.1.4 Оборудование	Контрольно-измерительное и комбинированное оборудование	Прибор UT-TOFD		X	
		Преобразователи UT-TOFD		X	
		Профилирование преобразователей для сканирования криволинейных поверхностей		X	
		Кодировщики положения и сканирующие механизмы		X	
		Различные типы сканеров		X	

Продолжение таблицы 21

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Контрольные образцы		X	
		Различные контрольные образцы		X	
15.1.5 Предварительная информация по контролю	Позиции, которые следует обозначить в спецификации	Назначение		X	
		Объем контроля методом UT-TOFD		X	
		Информация для дефектоскописта		X	
		Письменная инструкция или методика для контроля		X	
15.1.6 Проведение контроля		Установка диапазона контроля и чувствительности		X	
		Установка преобразователей		X	
		- установка шага сканирования		X	
		- учет особенностей геометрии		X	
		- подготовка поверхностей сканирования		X	
		- контактная среда и способы обеспечения акустического контакта		X	
		Установка диапазона и чувствительности			
		- временное окно			
		- преобразование времени в глубину			
		- установка чувствительности			
		- контроль установок			
		Контрольные образцы		X	
		- материал		X	
		- размеры		X	
		- форма		X	
		- контрольные отражатели, боковое цилиндрическое отверстие и прямоугольный паз		X	
		Расшифровка и анализ изображений UT-TOFD		X	
		- оценка качества изображений UT-TOFD		X	
		- идентификация и классификация соответствующих индикаций UT-TOFD		X	
		- определение местоположения и размера		X	
15.1.7 Оценка и отчетность		Оценка по критериям приемки		X	
		Протокол контроля		X	
		- информация по объекту контроля		X	

Окончание таблицы 21

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- оборудование		X	
		- способ контроля		X	
		- результаты контроля		X	
		Хранение данных		X	
		Создание протоколов		X	
		Разрешающая способность ближней поверхности и противоположной поверхности		X	
		Определение местоположения недопустимого дефекта и измерение длины		X	
15.1.8 Оценка допустимости		Оценка и подтверждение протокола контроля		X	
		Применение критериев приемки в соответствии со стандартами, правилами и методиками		X	
		Оценка офлайн с использованием программного обеспечения компьютера		X	
15.1.9 Вопросы обеспечения качества	Квалификация персонала	ИСО 9712		X	
		Другие системы квалификации и сертификации в области НК		X	
15.1.10 Перспективные разработки	Не рассматривается				

Таблица 22 — Ультразвуковой контроль с фазированными решетками (UT-PA). Уровни 1, 2 и 3

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
15.2.1 Вводный курс по терминологии и истории контроля с фазированными решетками (UT-PA)	История				
	Вводный курс по ультразвуковому контролю с фазированными решетками	Обзорный материал		X	
		Области применения и ограничения			
		Отличие обычного и ультразвукового способов с фазированными решетками			
15.2.2 Физические принципы и связанные знания	Математические и физические основы	Акустический пучок, основные положения		X	
		Волны		X	
		- синусоидальное движение		X	
		- амплитуда		X	
		- частота		X	
		- длина волны		X	

Продолжение таблицы 22

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- скорость распространения акустических волн		X	
		- продольные волны		X	
		- поперечные волны		X	
		Термины, относящиеся к звуку		X	
		- боковые лепестки		X	
		- дифракционный максимум решетки		X	
		- объяснение артефактов		X	
		Термины, относящиеся к фазированным решеткам		X	
		- активная апертура		X	
		- элементная апертура		X	
		- главная ось решетки		X	
		- побочная ось решетки		X	
		Влияние ширины полосы пропускания		X	
		Электронный поворот пучка и фокусировка акустических пучков		X	
15.2.3 Знание объекта и соответствующей возможности метода и способов контроля	Недопустимые дефекты, относящиеся к процессам производства	Сварка		X	
		Ковка		X	
		Литье		X	
	Реализация способа методом ультразвукового контроля с фазированными решетками в соответствии с видом продукции и ожидаемых несплошностей			X	
	Общие свойства образца	Влияние состояния поверхности		X	
		Геометрия		X	
		Затухание		X	
		Контрольные отражатели		X	
		- донный		X	
		- боковые цилиндрические отверстия		X	
		- плоскодонные отверстия		X	
15.2.4 Оборудование	Контрольно-измерительное и комбинированное оборудование	Прибор с фазированной решеткой		X	
		Многоканальный прибор		X	
		Задержка передачи		X	
		Задержка приема		X	

Продолжение таблицы 22

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Законы изменения задержки		X	
		Уравновешивание по амплитуде		X	
		Возможность многоэлементной группы		X	
		Набор фокальных законов		X	
	Преобразователи с фазированными решетками	Линейная фазированная решетка		X	
		Кольцевая фазированная решетка		X	
		Кольцевая секторная фазированная решетка		X	
		Акустические свойства материалов клина, влияющие на фазированную решетку		X	
		Проходная фазированная решетка		X	
		Фазированная решетка 1,5D		X	
		Линейная фазированная решетка с раздельными излучателями и приемниками		X	
	Возможности многоэлементной группы	Набор фокальных законов		X	
	Кодировщик положения	Различные типы сканеров		X	
	Контактная среда и способ акустического контакта			X	
	Настроечные образцы	Образец № 1, согласно ИСО 2400		X	
		Образец № 2, согласно ИСО 7963		X	
		Контрольный образец, согласно ИСО 13588		X	
		Различные типы контрольных образцов		X	
15.2.5 Предварительная информация по контролю	Применяемые стандарты для UT и ультразвукового контроля с фазированными решетками	Содержание		X	
		Требования к методикам		X	
		Разработка методик контроля		X	
15.2.6 Проведение контроля	Способы	Линейное сканирование с углом 0° (поковки и литье)		X	
		Линейное сканирование с постоянным углом (сварка)		X	
		Секторное сканирование (сварка, поковки)		X	
		Многоэлементное сканирование		X	
		Установка диапазона		X	

Продолжение таблицы 22

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- настройка по одной точке		X	
		- настройка по двум точкам		X	
		Установка чувствительности		X	
		- угловая корректировка усиления (ACG)		X	
		- контрольные отражатели (донный (BW), боковой цилиндрический отражатель (SDH), плоскодонный отражатель (FBH)		X	
		- способ по одному отражателю (опорная высота)		X	
		- требования к контрольным образцам		X	
		- метод корректировки амплитуда-расстояние (АРК) (метод DAC-кривой)		X	
		- метод временной регулировки чувствительности TCG (ВРЧ)		X	
		- метод диаграммы амплитуда-расстояние-диаметр (АРД (DGS)-диаграмма)		X	
		Типичные области применения способов контроля с использованием фазированных решеток		X	
15.2.7 Оценка и отчетность	Оценка индикаций	Метод АРД (DGS)		X	
		Метод АРК (DAC)		X	
		Метод ВРЧ (TCG)		X	
		Различие между эхо-сигналом от недопустимого дефекта и эхо-сигналом, вызванным геометрией отражателя		X	
		Определение расположения недопустимых дефектов		X	
		Расшифровка и оценка индикаций		X	
		Определение размеров недопустимых дефектов		X	
		Расшифровка A-, У-, S-, B- и C-сканов		X	
	Отчетность	Запись		X	
		Классификация результатов согласно письменной методике		X	
		Хранение файлов данных		X	
		Создание протоколов		X	

Окончание таблицы 22

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
15.2.8 Оценка допустимости		Оценка и подтверждение протоколов контроля		X	
		Применение критериев приемки в соответствии со стандартами, правилами и методиками		X	
15.2.9 Вопросы обеспечения качества	Квалификация персонала	ИСО 9712		X	
		Другие системы квалификации и сертификации в области НК		X	
15.2.10 Разработки	Не рассматривается				

Таблица 23 — Контроль методом рассеяния магнитного потока (MFL). Уровни 1, 2 и 3

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
15.3.1 Вводный курс по терминологии и истории контроля методом рассеяния магнитного потока (MFL)	Назначение НК	В чем суть контроля?	X		
		Цель контроля?	X		
		На каком этапе жизненного цикла объекта проводится НК?	X		
		Влияние НК на добавленную стоимость	X		
		Кто может проводить НК?	X		
		Основные методы НК	X		
	Назначение контроля методом рассеяния магнитного потока	Определение	X		
		Возможность применения и ограничения		X	
15.3.2 Физические принципы и связанные знания	Магнитные поля	Основные принципы контроля	X		
		Характеристики магнитного поля	X		
		Характеристики силовых линий	X		
		Теория рассеяния магнитного потока	X	X	X
		Теория Фостера и другие теории			X
		Методы конечного элемента			X
		Факторы, воздействующие на магнитные поля рассеяния		X	
		- степень намагниченности		X	
		- геометрия недопустимого дефекта		X	
		- местоположение недопустимого дефекта		X	
		- пространственная ориентация недопустимого дефекта		X	

Продолжение таблицы 23

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- расстояние между соседними недопустимыми дефектами		X	
	Магнитные явления, вызываемые электрическим током	Принципы электрических явлений	X		
		Поле вокруг проводника	X		
		Правило правой руки	X		
		Поле в ферромагнитных проводниках	X		
		Непрямое намагничивание	X		
		- продольные поля	X		
		- поперечные поля	X		
		Переменные намагничивания	X		
		- тип электрического тока (сравнение переменного и постоянного токов)	X		X
		- петля гистерезиса	X		
		- проницаемость	X		
		- факторы, воздействующие на проницаемость	X		X
15.3.3 Знание объекта и соответствующей возможности метода и способов контроля	Факторы, влияющие на выбор чувствительных элементов	Условия проведения контроля		X	
		Характеристики намагничивания для различных магнитных материалов		X	
		Намагничивание с использованием электрических полей		X	
		- циркулярное поле		X	
		- продольное поле		X	
		- значение плотности потока		X	
		Намагничивание с использованием постоянных магнитов		X	
		- теория взаимодействия постоянных магнитов		X	
		- материалы для постоянных магнитов		X	
		Выбор надлежащего метода намагничивания		X	X
		- тип детали			X
		- тип несплошности			X
		- скорость контроля			X
		- местоположение несплошности			X
		- иные области применения, помимо выявления несплошностей			X

Продолжение таблицы 23

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
	Области применения	Выявление дефектов		X	
		Сортировка с учетом свойств, связанных с проницаемостью		X	
		Измерение значений магнитных характеристик		X	
		Контроль днищ и стенок резервуаров		X	
		Контроль металлических тросов		X	
		Контроль труб		X	
		Умные системы прочистки трубопроводов		X	
		Контроль прутков		X	
15.3.4 Оборудование	Дефектоскопы	Преимущества/ограничения			X
	Поисковые катушки	Скорость изменения в нормальной компоненты рассеяния потока	X	X	
		Закон Фарадея	X	X	
		Факторы, влияющие на выходное напряжение	X	X	
		Преимущества/ограничения			X
	Дефектоскопы на эффекте Холла	Принципы работы	X	X	
		Факторы, влияющие на выходное напряжение	X	X	
	Устройство прибора	Выбор устройства ввода			X
		- дисплей монитора			X
		- ленточный самописец			X
		- сигнализация			X
		- сортировка стробов			X
		- автоматизация			X
		- компьютеризированный сбор данных			X
		- прочие			X
		Усиление			X
		Фильтрация			X
		Конфигурация датчиков			X
15.3.5 Предварительная информация по контролю	Информация об объекте контроля	Характерные особенности или обозначение материала			
		- объект, подлежащий контролю	X	X	
		- технология изготовления		X	

Продолжение таблицы 23

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- каталог недопустимых дефектов		X	
		- объем контроля	X	X	
		Стандарт на применение		X	
		Применение спецификаций		X	
		Этап производства или жизненного цикла объекта, на котором должен проводиться контроль		X	
		Применение рабочих методик		X	
	Способы и последовательность проведения контроля	Состояние поверхности	X	X	
		Подготовка поверхности	X	X	
		Документы, оформляемые по итогам контроля	X	X	
		Изложение стандартов, правил и методик		X	X
		Подготовка письменной инструкции		X	
		Подготовка письменной методики			X
15.3.6 Проведение контроля		Проведение контроля в соответствии с письменной инструкцией	X		
		Надзор за персоналом НК		X	X
	Параметры	Выявление поверхностных или подповерхностных дефектов			X
		Намагничивание			
		- оборудование	X	X	
		- тип тока	X	X	
		- тип	X	X	
		Контроль условий намагничивания			X
		- значения параметров намагничивания			X
		- сравнение способа приложенного поля и способа остаточной намагниченности			X
		- проницаемость			X
		- насыщение			X
		Способ		X	X
		- правильное применение		X	X
		- выбор		X	X
		- сила магнитного поля		X	
		- пространственная ориентация		X	

Продолжение таблицы 23

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Отношение сигнал/шум		X	X
		- определение		X	
		- взаимосвязь с контролем методом рассеяния магнитного потока		X	
		- методы улучшения отношения сигнал/шум		X	
		- подавление шума			X
		Быстродействие			X
		Скин-эффект			X
		Способы контакта		X	X
		- зазор		X	X
		- коэффициент заполнения			X
		Соображения относительно обработки сигнала	X	X	X
		- выпрямление	X		X
		- усиление		X	X
		- фильтрация	X	X	X
		Механизм считывания показаний	X		X
		- дисплеи	X		X
		- ленточный самописец	X		X
		- компьютеризированный сбор данных	X		X
		Запись несплошностей	X		
		Отчетность	X		
		Расшифровка индикаций		X	
	Обработка деталей	Остаточное поле		X	X
		- условия, при которых необходимо размагничивание		X	X
		- уровень остаточной намагниченности		X	X
		- влияние на дальнейшее использование материала		X	X
		Размагничивание	X	X	X
		- основные принципы	X		
		- минимальное значение магнитного поля согласно принципам размагничивания			X

Окончание таблицы 23

Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
15.3.7 Оценка и отчетность	Условия проведения контроля	Настройка контролирующей аппаратуры	X		
		Протокол контроля партии деталей	X	X	X
	Протокол контроля	Основы оценки		X	X
		Отчет о дефектах	X	X	
15.3.8 Оценка допустимости	Оценка несплошностей	Значимые и не значимые		X	
		Влияние процесса производства		X	X
		Влияние материала		X	X
		Определение характеристик		X	X
15.3.9 Вопросы обеспечения качества	Квалификация персонала	ИСО 9712	X	X	X
		Другие системы квалификации и сертификации в области НК	X	X	X
	Документация	Формат и объем рабочих методик			X
		Квалификация методик НК			X
		Допуск (НК инструкции, методик и персонала)			X
		Письменная инструкция	X	X	
		Прослеживаемость документации			X
		Надежность измерений			X
	Знание стандартов на применение НК и стандартов на продукцию	Выбор правильного способа		X	X
		Применение правильных параметров контроля		X	
		Выбор метода НК			X
		Профессиональная подготовка по специальности		X	X
		Проверка оборудования	X	X	X
5.3.10 Разработки	Не рассматривается				

Приложение А
(рекомендуемое)

Дополнительные часы подготовки для инновационных способов радиографии

Таблица А.1 — Сроки подготовки по радиографии (в часах)

Способ	Требующийся сертификат	Уровень 1 часы	Уровень 2 часы	Уровень 3 часы
RT-F Пленочная	Не требуется	40	80 + RT-F 1 подготовка [a,c]	40 + RT-F 1, 2 подготовка [a,b]
	RT-D 1	32	80	40
	RT-D 2, 3	32	40	32
	RT-D 2, 3	-	60 [c,d]	32
RT-D Цифровая	Не требуется	40	80 + RT-D 1 подготовка [a,c]	40 + RT-D 1, 2 подготовка [a,b]
	RT-F 1	32	80	40
	RT-F 2, 3	32	40	32
	RT-F 2, 3, RT-S 2,3	-	60 [c,d]	32
RT-S Радиоскопия (DR1/DR2)	Не требуется	32	32 + RT-S 1 подготовка	32 + RT-S 1, 2 подготовка
	RT-F 2, 3		32	32
	RT-D 2, 3		32	32

Условные обозначения:
RT— радиографический метод контроля;
RT-F— для пленочного способа;
RT-D — для цифрового способа;
RT-S — для радиоскопического способа.

[a] Подготовка на уровень 1 не требуется, если имеется доказательство наличия дополнительной технической квалификации (например, университетское образование).

[b] Требуется дополнительная базовая подготовка и экзамен по ИСО 9712, а также практический экзамен по уровню 2.

[c] Прямой доступ к подготовке возможен в случае, если имеется доказательство наличия дополнительной технической квалификации (например, университет).

[d] Прямой доступ к подготовке возможен только при наличии сертификата уровня 2 или 3.

Примечание — ISO/TS 25108 содержит требования и рекомендации для организаций, проводящих подготовку специалистов неразрушающего контроля.

В наличии должно быть достаточное количество чистых образцов для контроля. Это включает образцы для контроля по различным секторам, ступенчатые клинья, экранирующие материалы и т. п.

В случае, если в наличии имеется только один реальный экземпляр аппарата для цифровой радиографии, например цифровой матричный детектор (DDA) или система компьютерной радиографии, обучение работе с одной или обеими системами допускается заменить подготовкой в виртуальном режиме с использованием компьютерного программного обеспечения.

Рекомендуется, чтобы программное обеспечение обладало следующим набором функций:

- ввод различных объектов контроля (разные материалы/геометрия);
- выбор и размещение индикаторов качества изображения (ИСО 19232, АСТМ Е 1025, Е 1742);
- источники излучения: U/кВ, I/мА, спектр, размер источника, различные гамма-источники;
- геометрия экспозиции: расстояния, углы излучения;
- детекторы: DDA, CR, базовое пространственное разрешение: пленки, размер пикселя, фотонный шум, шум детектора, производительность;

- закон ослабления и коэффициент накопления;
- формат данных: ввод файлов формата CAD (например, *.stl), вывод данных 16-битного изображения в форматах TIFF, DICONDE или RAW. Важно, чтобы данные были совместимы с программным обеспечением, используемым для просмотра;
- программное обеспечение для обработки изображения согласно ИСО 17636-2:2013, 7.9.

Рекомендуется, чтобы дополнительно в наличии были следующие принадлежности:
- различные наборы индикаторов качества изображения (ИСО 19232) для используемых материалов;
- несколько образцов для контроля, соответствующих конкретному сектору;
- материалы маскирования и коллимации;
- предфильтры различной толщины, изготовленные из различных материалов;
- ступенчатые клинья, изготовленные из различных материалов, пригодные для построения графиков экспозиции.

Приложение В
(рекомендуемое)

Полезные ссылки

В.1 Радиографический контроль

В.1.1 Стандарты ИСО

ИСО 3999	ИСО 5579	ИСО 5580	ИСО 10675-1	ИСО 10675-2
ИСО 11699-1	ИСО 11699-2	ИСО 14096-1	ИСО 14096-2	ИСО 15708-1
ИСО 15708-2	ИСО 16371-1	ИСО 16526-1	ИСО 16526-2	ИСО 16526-3
ИСО 17635	ИСО 17636-1	ИСО 17636-2	ИСО 19232-1	ИСО 19232-2
ИСО 19232-3	ИСО 19232-4	ИСО 19232-5	ИСО 5576	ИСО 15708-3
ИСО 15708-4	ИСО 20769-1	ИСО 20769-2		

В.1.2 Европейские стандарты

ЕН 12543-1	ЕН 12543-2	ЕН 12543-3	ЕН 12543-4	ЕН 12543-5
ЕН 12679	ЕН 12681	ЕН 13068-1	ЕН 13068-2	ЕН 13068-3
ЕН 16016-1	ЕН 16016-2	ЕН 16016-1	ЕН 16016-4	

В.1.3 Стандарты АСТМ

АСТМ Е94	АСТМ Е155	АСТМ Е186	АСТМ Е192	АСТМ Е242
АСТМ Е272	АСТМ Е280	АСТМ Е310	АСТМ Е390	АСТМ Е446
АСТМ Е505	АСТМ Е689	АСТМ Е747	АСТМ Е802	АСТМ Е1000
АСТМ Е1025	АСТМ Е1030	АСТМ Е1032	АСТМ Е1114	АСТМ Е1165
АСТМ Е1255	АСТМ Е1316	АСТМ Е1320	АСТМ Е1411	АСТМ Е1416
АСТМ Е1441	АСТМ Е1570	АСТМ Е1648	АСТМ Е1647	АСТМ Е1672
АСТМ Е1695	АСТМ Е1734	АСТМ Е1742/Е1742М	АСТМ Е1814	АСТМ Е1815
АСТМ Е1935	АСТМ Е1936	АСТМ Е2002	АСТМ Е2007	АСТМ Е2033
АСТМ Е2422	АСТМ Е2445	АСТМ Е2446	АСТМ Е2597/Е2597М	АСТМ Е2660
АСТМ Е2663	АСТМ Е2669	АСТМ Е2698	АСТМ Е2699	АСТМ Е2736
АСТМ Е2737	АСТМ Е2738	АСТМ Е2767	АСТМ Е2903	

В.1.4 Стандарты ASME

ASME BPVC, раздел V, статья 2	ASME BPVC, раздел V, статья 1

В.2 Ультразвуковой контроль

В.2.1 Стандарты ИСО

ИСО 2400	ИСО 7963	ИСО 13588	ИСО 16809	ИСО 16810
ИСО 16811	ИСО 16823	ИСО 16826	ИСО 16827	ИСО 16828
ИСО 17640	ИСО 10863	ИСО 18175	ИСО 18563-1	ИСО 18563-1
ИСО 18563-3	ИСО 5577	ИСО 10375	ИСО 16831	

В.2.2 Европейские стандарты

ЕН 12668-1	ЕН 12668-1	ЕН 12668-3

В.3 Вихретоковый контроль

ИСО 15548-1 ИСО 15548-2 ИСО 15548-3 ИСО 15549

ИСО 17643

В.4 Капиллярный контроль

ИСО 3057 ИСО 3058 ИСО 3059 ИСО 3452-1 ИСО 3452-2

ИСО 3452-3 ИСО 3452-4 ИСО 3452-5 ИСО 3452-6 ИСО 23277

ИСО 12706

В.5 Магнитный контроль

В.5.1 Стандарты ИСО

ИСО 3058 ИСО 3059 ИСО 9934-1 ИСО 9934-2 ИСО 9934-3

ИСО 10893-3 ИСО 11960 ИСО 17638 ИСО 12707

В.5.2 Европейские стандарты

ЕН 1369 ЕН 10228-1

В.5.3 Стандарты АСТМ

АСТМ Е570 АСТМ Е1571

В.6 Течеискание

В.6.1 Стандарты ИСО

ИСО 3530 ИСО 20484 ИСО 20485 ИСО 20486

В.6.2 Европейские стандарты

ЕН 13625 ЕН 1779 ЕН 13184

В.7 Контроль акустической эмиссией

В.7.1 Стандарты ИСО

ИСО 12713 ИСО 18249 ISO/TR 13115 ИСО 18081 ИСО 12714

ИСО 12716

В.7.2 Европейские стандарты

ЕН 13477-1 ЕН 13477-2 ЕН 13554

В.8 Визуальный контроль

В.8.1 Стандарты ИСО

ИСО 3057 ИСО 3058 ИСО 5817 ИСО 6520-1 ИСО 8785

ИСО 10042 ИСО 17637

В.8.2 Европейские стандарты

ЕН 1330-10 ЕН 1370 ЕН 1559 ЕН 10163-1 ЕН 10163-2

ЕН 10163-3 ЕН 13018 ЕН 13445-5 ЕН 13480-5 ЕН 13927

В.8.3 Нормы и правила

Нормы и правила ASME Нормы и правила КТА

В.9 Стандарты общего назначения

ISO/TS 25108

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ISO 9712	IDT	ГОСТ Р ИСО 9712—2019 «Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала»

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта:

- IDT — идентичный стандарт.

УДК 620.179.16:006.354

ОКС 03.100.30
19.100

Ключевые слова: неразрушающий контроль, образовательные организации, образовательные программы, подготовка персонала неразрушающего контроля, учебные программы по неразрушающему контролю

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 28.12.2022. Подписано в печать 17.01.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 13,95. Уч.-изд. л. 12,98.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru