



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«КАЧЕСТВО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий по учебно-методической работе

ООО «Качество НК»

 Е.А. Дударева

2020 г.



СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ООО «НУЦ «Качество»

 Г.П. Батов

2020 г.



**ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
ПО ТЕПЛОВОМУ МЕТОДУ
В СООТВЕТСТВИИ С ISO 9712**

МОСКВА 2020

Программа подготовки специалистов по неразрушающему контролю (НК) разработана в ООО «Качество НК» в соответствии с требованиями ISO 9712:2012 и международным документом ISO/TS 25107.2:2019 «Контроль неразрушающий. Учебные программы по неразрушающему контролю» (ISO/TS 25107.2:2019 «Non-destructive testing — NDT training syllabuses»).

Настоящая программа предназначена для подготовки к сертификации специалистов НК организаций, осуществляющих работы по НК в соответствии со стандартом ISO 9712:2012.

Подготовка включает лекции, самостоятельную работу и практическую подготовку с использованием оборудования НК

Программа состоит из трех частей в соответствии с тремя уровнями квалификации персонала НК и включает темы и разделы, необходимые для специалистов соответствующего уровня.

	Содержание	I уровень (не менее 40 часов)	II уровень (не менее 80 часов)	III уровень (не менее 40 часов)
1.	Вводный курс по терминологии и истории инфракрасного термографического контроля (ТТ)	1	1	1
2.	Физические основы метода и сопутствующие сведения	5	10	18
3.	Сведения по объектам контроля, возможностям метода и применяемым способам контроля	12	20	3
4.	Средства, оборудование и приборы	6	7	10
5.	Предварительная информация по контролю	1	8	10
6.	Проведение контроля	12	20	15
7.	Оценка условий контроля и отчетность	4	6	9
8.	Оценка допустимости	0	4	5
9.	Вопросы обеспечения качества	1	4	5
10.	Перспективные разработки	0	1	4

Содержание			I уровень	II уровень	III уровень
1. Вводный курс по терминологии и истории инфракрасного термографического контроля (ТТ)	История		X	X	X
	Предназначение НК	Суть неразрушающего контроля	X	X	X
		Цель НК	X	X	X
		Периодичность НК	X	X	X
		Требования к персоналу НК			
		Основные методы НК	X	X	X
	Предназначение инфракрасного термографического контроля (ТТ)	Определение	X	X	X
Возможность применения и ограничения		X	X	X	
Терминология		X	X	X	
2. Физические основы и сопутствующие сведения	Передача теплоты	Теплота/температура/энергия	X	X	
		Закон термодинамики	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	
	Проектирование инфракрасных систем	Электромагнитный спектр	X		
		- определение инфракрасного диапазона волн	X		
		Терминология	X		
		Коэффициент излучения	X		
		Коэффициент отражения	X		
		Коэффициент прозрачности	X		
		Коэффициент поглощения	X		
		Черное тело/серое тело	X		
		- селективные излучатели		X	
		Закон Кирхгофа	X		
		Эффект равновесного излучения в полости	X		
		Окно прозрачности атмосферы	X		
		Тепловые свойства материалов	X		
		Коэффициент излучения материалов	X		
		Установившееся/неустановившееся состояние	X	X	X
		Коэффициент температуропроводности		X	X

Содержание		I уровень	II уровень	III уровень	
		Контактное тепловое сопротивление		X	X
		Поглощающие свойства		X	X
		- атмосферы		X	X
		- различных газов			X
		Закон Бугера-Ламберта-Бера		X	X
		Методы измерения температуры		X	X
		- контактные и бесконтактные, описание принципов действия различных датчиков		X	X
		Специальная излучательная способность			X
		Фотометрия			X
		Геометрическая оптика			X
3. Сведения по объектам контроля и соответствующим возможностям метода и применяемым способам контроля	Основы инфракрасной термографии	Параметры инфракрасной термографии	X	X	
		Способы, основанные на обнаружении	X	X	
		- поля адиабатической температуры	X	X	
		- расслоения/трещины	X	X	
		- саморазогрев	X	X	
		- явления излучения в полости	X	X	
		- активный метод	X	X	
		- пассивный метод	X	X	
		- качественная термография	X	X	
		- количественная термография	X	X	
		Выбор критериев способа		X	X
		Иные типы аппаратуры измерения температуры и используемые ими принципы измерения			X
		Регулировка	X	X	X
		Термоупругий метод измерения механических напряжений	Термоупругий эффект		X
	Принцип действия метода			X	X
	Метод синхронной регистрации сигнала				X
	Способ отображения разницы 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 оборудования	X	X	
		Заводские установки и агрегаты	X	X	
Здания и сооружения		X	X		
Материалы		X	X		

Содержание		I уровень	II уровень	III уровень	
	Разработки и структура новых материалов (пластик, армированный углеродным волокном, пластик, армированный стекловолокном, слоистые конструкции и т.п.)			X	
	Возможности метода, вероятность обнаружения			X	
	Совмещение метода (различные приспособления для создания тепловых нагрузок, различные методы НК)			X	
4. Средства, оборудование и приборы	Приборы для инфракрасной термографии	Основные элементы и их предназначение	X		
		Характеристики дефектов	X		
		- фотонного 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 кадра	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	
		- пирозлектрический детектор		X	
		Метод сканирования для детекторов		X	
		Измерение диапазона длины волны		X	
		- коротковолновой		X	
		- длинноволновой		X	
		Критерии выбора для измерения длины волны		X	
		Эквивалентная шуму разность температур (NETD)		X	
Число пикселей		X			
Длительность экспозиции		X			

Содержание		I уровень	II уровень	III уровень	
		Динамический диапазон			X
		Стандартный образец			X
	Вспомогательные устройства и аксессуары	Фильтры	X		
		- разнообразие и предназначение фильтров	X		
		- критерии выбора фильтров		X	
		Разнообразие и предназначение оптических линз	X		
		- критерии выбора оптических линз		X	
		- оптическая система			X
		- насадочные линзы			X
		- иммерсионные линзы			X
		Разнообразие и предназначение прочих вспомогательных устройств и аксессуаров	X		
		- излучательная способность черной краски и ленты		X	
		- критерии выбора инфракрасного зеркала		X	
		- материалы окошка детектора		X	
		- критерии выбора окошек детектора, включая антибликовое покрытие			X
		Двухдиапазонные и двухспектральные ИК-камеры			X
	Устройства тепловой стимуляции	Разнообразные виды	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
		Единообразие			X
		Воспроизводимость			X
Безопасность				X	
5. Предварительная информация по контролю		Сведения об объекте контроля	Характерные особенности или обозначение рабочего материала	X	X
	- объект контроля		X	X	X
	- технология изготовления		X	X	X
	- каталог дефектов ()		X	X	X
	- объем контроля		X	X	X
	Условия проведения контроля и применение	Доступность для осмотра и контроля		X	X
		Инфраструктура			X

Содержание			I уровень	II уровень	III уровень	
	положений стандартов	Конкретные условия контроля		X	X	
		Применяемый стандарт		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
	Способы и порядок проведения контроля	Состояние поверхности			X	
		Подготовка поверхности			X	
		Документы, оформляемые по итогам контроля			X	
	Рабочие документы	Подготовка письменной процедуры				X
		Подготовка письменной инструкции			X	
		Проведение контроля в соответствии с письменной инструкцией	X			
		Документация				X
		Изложение положений стандартов, норм, правил и процедур				X
6. Проведение контроля	Условия проведения контроля	Состояние окружающей среды	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 производственным процессом и настройка			X	
	Эксплуатация инфракрасных приборов	Моделирование методом конечных элементов для параметров распространения, предсказания результатов и воспроизведения				X
		Восстановление коэффициента излучения	X			
		Сведения о коррекции детекторов	X			
		Представление о пространственном разрешении	X			
		Зависимость коэффициента излучения от угла наблюдения		X		
		- выставление угла наблюдения	X			
Зависимость коэффициента излучения от температуры		X				
- выбор температурного диапазона	X					
- выставление диапазона и уровня температур	X					
Выставление времени кадров	X					

Содержание		I уровень	II уровень	III уровень	
		Инструкция для инфракрасного зеркала	X		
		Настройка фокуса	X		
		Эталонный объект	X		
		Измерение коэффициента излучения	X	X	
		Зависимость коэффициента излучения от длины волны	X	X	
		Зависимость коэффициента излучения от шероховатости поверхности	X	X	
		Зависимость коэффициента излучения от толщины оксидной пленки	X	X	
		Коэффициент излучения квазичерного тела	X	X	
		Особые случаи	Анализ термоупругих напряжений		
	Контроль полупрозрачных материалов				X
	Применение высоких температур				X
	Проведение замеров на большой скорости				X
	Обнаружение газов				X
	Различные типы дефектов и причины их вызывающие	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	
	7. Оценка условий контроля и отчетность	Обработка данных	Разнообразие и значения	X	
Определение пороговых значений				X	
Усреднение				X	
Вычитание фона				X	
Вычитание				X	
Метод синхронной регистрации сигнала				X	
Компенсация движения				X	
Тренды в обработке данных				X	
Выбор критериев последовательности обработки данных				X	
Запись		Требования	X	X	
		Отчетность	X	X	
Отчетность		Требования		X	
		Определение параметров		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 дефектом и артефактом			X

Содержание		I уровень	II уровень	III уровень	
		Критерии приемки			X
		Уровень значимых изменений			X
		Процесс хранения и записи			X
8. Оценка допустимости	Оценка и подтверждение протоколов контроля	Применение принципов приемки		X	
		- критерии согласно стандартам, нормам, правилам и процедурам		X	
		- критерии приемки и классификации			X
		- значительность несплошностей			X
		- с применением и без применения норм, правил и стандартов			X
9. Вопросы обеспечения качества	Квалификация персонала	ISO 9712	X	X	X
		Иные квалификационные и сертификационные системы в области НК			X
	Документация	Форма и объем рабочих процедур			X
		Демонстрация соответствия процедуры НК требованиям соответствующих стандартов			X
		Допуск (НК инструкции, процедуры и персонала)			X
		Разработка письменной инструкции		X	
		Работа с точным соблюдением письменной инструкции	X		
		Прослеживаемость документации		X	X
		Надежность измерений		X	X
	Сведения о применяемых способах НК и стандартах на продукцию	Выбор правильного способа контроля		X	
		Применение правильных параметров контроля		X	
		Выбор метода НК		X	X
		Профессиональная подготовка по специальности	X	X	X
Поверка аппаратуры		X	X	X	
10. Перспективные разработки	Общая информация		X		
	Новейшие разработки	Промышленное применение			X
		Научное применение			X