




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 УЛЬТРАЗВУКОВОМУ 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 80 часов)
1	Вводный курс по терминологии и истории ультразвукового контроля (УТ)	1	1	1
2	Физические начала метода и сопутствующие сведения	5	10	17
3	Сведения по объектам контроля, возможностям метода и применяемым способам контроля	11	19	3
4	Средства, оборудование и приборы	5	7	11
5	Предварительная информация по контролю	1	9	10
6	Проведение контроля	12	21	15
7	Оценка условий контроля и отчетность	4	6	9
8	Оценка допустимости	0	4	5
9	Вопросы обеспечения качества	1	3	5
10	Перспективные разработки	0	0	4

		Содержание	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	
1	Вводный курс по терминологии и истории ультразвукового контроля (УТ)	Обязанности персонала НК	X	X		
		Обзорный материал по общим стандартам и стандартам на продукцию			X	
		Терминология	X	X	X	
2	Физические начала метода и сопутствующие сведения Понятия, необходимые для осмысления физических начал ультразвукового контроля (физика, математика) могут стать предметом изучения на подготовительных курсах.	Обзор основ математики	Алгебра	X		
			Тригонометрия	X		
			Логарифмы	X		
		Физические определения и основные параметры	Синусоида	X	X	
			Амплитуда	X	X	
			Период (колебание периодическое)	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	
			Изотропный материал	X		X
			Волны	Анизотропный материал		X
		Синусоида		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 (ползущие) волны			X	X
		Прохождение и отражение	Направленные (Guided) волны		X	X
			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			
Соотношение между скоростью [звука] и свойствами упругости [среды]			X			
		Содержание	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	

		Физические явления на границах раздела сред при наклонном падении луча	X	X		
		- прохождение	X	X		
		- отражение	X	X		
		- преломление	X	X		
		Отражения от угла	X	X		
		- отражение	X	X		
		- преобразование [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		
	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		
3	Сведения по объектам контроля, возможностям метода и применяемым способам контроля	Общие сведения о 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	
		Применение методов контроля	В зависимости от объекта контроля	X	X	
			В зависимости от предполагаемого наличия несплошностей	X	X	
			Стандарты, технические условия, нормы и правила		X	
		Основные свойства [характеристики] объекта контроля	Влияние состояния поверхности	X	X	
			Форма (дополнительные [ложные] эхо-сигналы, вызванные переотражениями от поверхностей и расхождением пучка)	X	X	
			Структура [материала] (затухание звука)	X	X	
			Содержание	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		Выбор преобразователя		X		

			- конструкция объектов контроля, учитывающая цели контроля			X
			Метод контроля, учитывающий задачу контроля		X	
			- имитации			X
4	Средства, оборудование и приборы	Ультразвуковые приборы	Цифровые приборы	X	X	
			- устройство	X	X	
			- предназначение	X	X	
			- генерация импульсов [возбуждения]	X	X	
			- прием сигналов	X	X	
			- усиление	X	X	
			- развертка типа А	X	X	
			- радиосигнал	X	X	
			- обработка сигнала	X	X	
			- измерение по пику и по фронту	X	X	
			Сравнение аналоговых и цифровых приборов		X	X
			Ультразвуковой толщиномер	X	X	
			Автоматические и полуавтоматические системы		X	X
			Ручной [дефектоскоп]			X
			Скорость			X
		Приращение [увеличение значения]			X	
		Повторяемость [результатов]			X	
		Частота оцифровки			X	
		Преобразователи	Прямой	X	X	
			- устройство	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 пучка по причине истирания прокладки преобразователя	X	X				
	Содержание			Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
		- контроль прямым пучком и однократно отраженным	X	X		
		- применение	X	X		
		Раздельно-совмещенный преобразователь	X	X		

			- устройство	X	X			
			- ошибка из-за отклонения пучка от нормали [V-путь]	X	X			
			- акустическое поле	X	X			
			- настройка	X	X			
			- применение	X	X			
			Динамический диапазон			X		
			Иммерсионные преобразователи (фокусирующая, сферическая, цилиндрическая, поверхность Ферма)		X	X		
			Измерение длительности импульса			X		
			Практическое измерение характеристик по направлениям			X		
			Прокладка (задержка, кривизна)			X		
			Контактная среда		X	X		
			Соединительные кабели	Длина			X	
				Импеданс [акустическое сопротивление]			X	
			Настройка опорных уровней и корректировки усиления на образцах	Калибровочный блок № 1	X	X	X	
				Калибровочный блок № 2	X	X	X	
Настроечные образцы	X	X		X				
Разрешающая способность	X	X		X				
- в ближней зоне	X	X		X				
- в дальней зоне	X	X		X				
5	Предварительная информация по контролю	Сведения об объекте контроля	Характерные особенности или обозначение рабочего материала	X	X	X		
			- объект, подлежащий контролю	X	X	X		
			- технология изготовления	X	X	X		
			- каталог дефектов (типы предполагаемых несплошностей)		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		
			Применяемые стандарты		X	X		
			Этап производства или жизненного цикла объекта, на котором должен проводиться НК			X		
				Содержание	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	
					Стандарты, имеющие отношение к объекту контроля		X	X
					Требования к персоналу НК		X	X
					Критерии приемки			X
				Метод и	Состояние поверхности	X	X	

		последовательность проведения контроля	Подготовка поверхности	X	X	
			Документы, оформляемые по итогам контроля		X	
		Рабочие документы (инструкции)	Подготовка письменной процедуры			X
			Подготовка письменной инструкции		X	
			Проведение контроля в соответствии с письменной инструкцией	X		
6	Проведение контроля	Методы	Методы эхо-импульсный и теневой [прохождения]	X	X	
			Способ контакта	X	X	
			Тандем метод		X	
			Иммерсионный метод		X	
			Дифракционно-временной метод (TOFD)		X	
			Метод фазированной решетки		X	
			Методы ультразвукового измерения толщины	X	X	
			Настроечные отражатели (законы зависимости от размера и расстояния)		X	
			Проверка комбинированного [совмещенного] оборудования	X	X	
			- способ амплитуда-расстояние-диаметр [Способ оценки амплитуды эхо-сигнала от отражателя по АРД-диаграмме]		X	
			- контроль группой преобразователей			X
			электромагнитный акустический активный элемент (ЕМАТ)(ЭМА)		X	
			Регулировка диапазона	X	X	
			- настройка по одной точке	X	X	
			- настройка по двум точкам	X	X	
			Регулировка чувствительности	X	X	
			- настроечные отражатели (донный сигнал, боковое цилиндрическое отверстие, плоскодонный дисковый отражатель)	X	X	
			- метод с использованием одного отражателя (опорный уровень сигнала)	X	X	
		Содержание		Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
			- ультразвуковой контроль бесконтактный			X
			- направленные [guided] волны		X	X
			- контроль в условиях высоких температур		X	X
			Различные способы измерений		X	
			- начала		X	
			- ограничения		X	
			- требования к настроечным образцам	X	X	

			- метод коррекции амплитуды в зависимости от расстояния (АРК)	X	X				
			- корректировка усиления	X	X				
			- фиксация усиления (уровень контроля)	X	X				
			- ошибки при оценке высоты (амплитуды) эхо-сигнала	X	X				
			Лазерный ультразвуковой контроль			X			
			Проверка эффективности процедур и инструкций			X			
7	Оценка условий контроля и отчетность	Расшифровка	Используемые стандарты			X			
			Используемые технические условия			X			
			Используемые нормы и правила			X			
			Оценка (обычными способами или с применением вычислительной техники, например, эхо-томография, метод синтезированной фокусированной апертуры)			X			
			Процесс сохранения данных (например, годограф амплитуды и времени прихода сигнала (АЛОК))			X			
		Методы обнаружения, определения местоположения и размеров	Обнаружение	X	X				
			Различие между сигналами от дефектов и от краев изделия	X	X				
			Определение местоположения (вычисления, правила тригонометрии)	X	X				
			Расшифровка		X				
			Оценка		X				
			Развертка типа А	X	X	X			
			Развертка типа В		X	X			
			Развертка типа С		X	X			
			Развертка типа D			X			
			Развертка типа E			X			
			Развертка типа F			X			
			Развертка типа Р			X			
			Содержание				Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
						Развертка типа S			X
			Фиксация результатов	X	X				
			Классификация результатов	X	X				
			Уровни приемки	X	X				
			Оценка амплитуды эхо-сигнала по АРД-диаграмме		X				
			Определение размеров способом половины амплитуды	X					

			Определение размеров способом падения сигнала до установленного значения		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 процедур			X
8	Оценка допустимости	Оценка и подтверждение протоколов контроля	Применение критериев приемки в соответствии со стандартами, нормами, правилами и процедурами		X	
9	Вопросы обеспечения качества	Квалификация персонала	ISO 9712	X	X	X
			Иные квалификационные и сертификационные системы в области НК		X	X
		Документация	Прослеживаемость документации		X	X
			Поверка оборудования, средств и приборов		X	X
			Надежность измерений		X	X
Форма и объем рабочей процедуры			X			
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