



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 МЕТОДУ ТЕЧЕЙСКАНИЕ (LT)  
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 течеискания (LT)	2	2	2
2	Физические начала метода и сопутствующие сведения	4	6	8
3	Сведения по объектам контроля, возможностям метода и применяемым способам контроля	8	12	6
4	Средства, оборудование и приборы	8	14	14
5	Предварительная информация по контролю	4	6	18
6	Проведение контроля	10	28	12
7	Оценка условий контроля и отчетность	2	4	4
8	Оценка допустимости	0	4	4
9	Вопросы обеспечения качества	2	2	10
10	Перспективные разработки	0	2	2

Содержание			I уровень	II уровень	III уровень	
1	Предназначение НК	История		X	X	X
			Суть неразрушающего контроля	X	X	
			Цел НК	X	X	X
			Периодичность НК	X	X	X
			Требования к персоналу НК	X	X	X
			Основные методы НК	X	X	X
		Предназначение течеискания (LT)	Суть метода	X	X	X
			Определение	X	X	X
		Возможности применения и ограничения	X	X	X	
2	Физические начала метода и сопутствующие сведения	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	
			- закон Шарля	X	X	
			- закон Бойля Мариотта	X	X	
			- закон Гей-Люссака		X	
			- закон Дальтона о парциальном давлении		X	
			- закон Хагена-Пуазейля		X	
			- формула совершенного газа и ее применение в расчетах утечки		X	
			- средняя длина свободного пробега молекул, определение и физический смысл явления		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	
			- Совершенные и реальный газы			

Содержание		I уровень	II уровень	III уровень		
	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	
		Законы совершенного газа	Формула газа и ее применение для расчета утечек			X
		Диапазон давлений в вакууме	Различие диапазонов	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 потока		X		
		- вязкое течение		X		
		- молекулярный поток		X		
		- промежуточный 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	
		- форма 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		

Содержание			I уровень	II уровень	III уровень		
		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			
3	Сведения по объектам контроля, возможностям метода и применяемым способам контроля	Методы течеискания	Локализация течи	X			
			Измерение утечки	X			
			Приемлемый/неприемлемый результат контроля	X			
			Контроль утечек	X			
			Технические условия		X		
			Чувствительность		X		
	Подготовка объекта контроля	Чистота	X				
		- процедуры 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 требования и возможности метода	Пузырьковый метод контроля	X		
			Способы измерения давления	- принципы пузырьковых метода и способов контроля	X		
				- способ с погружением в жидкость	X		
				- способ с применением жидкости	X		
				- используемые физические принципы		X	
				Основополагающие принципы проведения контроля	X		
				- выдержка под давлением	X		
				- вакуумирование	X		
				Принципы обнаружения негерметичности при использовании манометрического метода		X	
				- способ контроля снижения давления		X	
				- способ контроля повышения давления		X	
	- способ контроля изменения давления		X				
	- способ контроля измерением расхода		X				

Содержание		І уровень	ІІ уровень	ІІІ уровень
	Различия между контролем опрессовкой и вакуумированием с учетом законов совершенного газа			X
	Терминология контроля герметичности с применением давления			X
Масс-спектрометрический метод	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		
	Химические и 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 (частичный)		X	
	- контроль давления в колоколе		X	
	Определение степени общей негерметичности		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 внутреннее давление индикаторного газа		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 бомбардировкой)		X	

Содержание			I уровень	II уровень	III уровень	
4	Средства, оборудование и приборы		- способ вакуумной камеры		X	
			- способ контроля давления в колоколе		X	
			- способ контроля изменения давления		X	
			- способ контроля измерением расхода		X	
		Метод контроля	Основные положения	X		
			Выбор критериев	X		
		Вакуумные 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	
		Механические манометры	Физические принципы работы различных измерительных приборов			X
			Способы снятия показаний давления для мембранных манометров	X		
			Пружинный манометр Бурдона		X	
			- характеристики и принцип действия		X	
			- воздействие атмосферы		X	
			Мембранный манометр		X	
			- характеристики и принцип действия		X	
			- воздействие атмосферы		X	
			Емкостной манометр		X	
			- характеристики и принцип действия		X	
- воздействие температуры		X				
U-образный манометр и компрессионный манометр Мак-Леода	Точность различных измерительных приборов				X	
	Характеристики и принцип действия			X		
Вакуумметр сопротивления (манометр Пирани) и термпарные манометры	Принципы снятия показаний давления	X				
	Критерии монтажа	X				
	Законы поведения различных газов			X		
	Точность и настройка для различных газов				X	
Ионизационные вакуумметры с холодным и горячим катодами	Принципы снятия показаний давления	X				
	Критерии монтажа	X				
	Законы поведения различных газов			X		
	Точность (чувствительность) и настройка для различных газов				X	
Вакуумные насосы	Используемые физические принципы				X	
	Типы насосов для различных степеней вакуума	X				

Содержание		I уровень	II уровень	III уровень		
		Классификация и выбор вакуумных насосов		X		
		- производительность насоса		X		
		- предельные давления		X		
		- степени разряжения		X		
		- скорость откачки		X		
		- выпускное давление		X		
		Вращательные и поршневые насосы	Используемые физические принципы			X
			Производительность	X		
	Техническое обслуживание		X			
	Балластный газ		X			
	Расчет времени откачки для различных объемов			X	X	
	- влияние теплопроводности				X	
	Вакуумный насос Рутса	Используемые физические принципы			X	
		Оценка размера		X		
		Установка		X		
		Техническое обслуживание		X		
		Расчет времени откачки для различных объемов			X	
		- влияние теплопроводности			X	
	Диффузионный насос	Используемые физические принципы			X	
		Оценка размеров и различных вариантов применения		X		
		Оценка размера для форвакуумного насоса		X		
		Установка		X		
		Техническое обслуживание		X		
	Турбомолекулярный насос	Используемые физические принципы			X	
		Производительность	X			
		Техническое обслуживание	X			
		Оценка размера при различных вариантах применения		X		
		Оценка размера для форвакуумного насоса		X		
		Установка		X		
	Вентиль	Типы вентиля, применяемые в целях течеискания	X			
Техническое обслуживание		X				
Установка		X				
Выбор вентиля для течеискания			X			
Эксплуатационные качества			X			
Соединительная арматура	Критерии сборки	X				
	Техническое обслуживание	X				
	Выбор правильной соединительной арматуры для течеискания		X			



Содержание			I уровень	II уровень	III уровень				
		Материалы	Расчет диаметра и длины и влияние этих факторов		X				
			Проектные критерии			X			
			Выбор различных степеней вакуума		X				
			- металл		X				
			- пластик		X				
			- стекло		X				
			- жидкая смазка		X				
			- консистентная смазка		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		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		
	Применение положений стандартов					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		
Методика и порядок проведения контроля	Критерии приемки						X		
	Состояние поверхности					X			
	Подготовка поверхности					X			
Инструкции	Документы, оформляемые по итогам контроля					X			
	Подготовка письменной процедуры	Подготовка письменной инструкции					X		
		Проведение контроля в соответствии с письменной инструкцией			X				
	Документы	Документы				X			
		Изложение стандартов, норм и правил, процедур				X			
	6	Проведение контроля	Пузырьковый способ процедуры реализации и методики	Общие требования	X				
- газ				X					
- пределы давления				X					
- очистка				X					
Контрольная среда				X					
- контрольные среды для способа погружением (подготовка				X					

Содержание		I уровень	II уровень	III уровень
	и применение)			
	- контрольные среды для способа с применением жидкости (подготовка и применение)	X		
	- выбор контрольных сред с учетом их физических свойств		X	
	Выбор способов и 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	
	Контроль объекта повышением давления	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 в объекте контроля	X		
	Вакуумный способ для объекта контроля под атмосферным давлением	X		
Способ контроля изменения давления	Общие требования	X		
	Метод контроля изменения давления			X
	- используемые физические принципы		X	
	- закон совершенного газа		X	
Способ контроля снижения давления	Приборы измерения температуры давления	X		
	Настройка системы	X		
	Установка аппаратуры и настройка схемы контроля		X	
	Точность аппаратуры		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 совершенного газа		X	

Содержание		I уровень	II уровень	III уровень	
	Способы контроля повышения давления	Датчик перепада давления		X	
		Способ эталонного сосуда (основные положения)	X		
		Ложная течь	X		
		- характер воздействия			
		- зависимость давления от времени		X	
		- оценка			X
		Настройка системы	X		
		Регулировка			X
		Вычисление величины течи на основе закона совершенного газа		X	
		Выбор манометров			
	Выбор системы		X		
	Точность вычислений по контролю			X	
	Способ контроля измерения давления в колоколе	Общие требования	X		
		Регулировка			X
		Поток воздуха в объект		X	
		Поток воздуха из объекта		X	
		Выбор манометров		X	
		Вычисление величины течи		X	X
	Способ измерения потока	Точность вычислений по контролю			X
		Общие требования	X		
		Регулировка			X
		Поток воздуха в объект		X	
		Поток воздуха из объекта		X	
		Выбор манометров		X	
	Пробный газ практика применения и способы	Вычисление величины течи		X	X
		Точность вычислений по контролю			X
		Метод пробного газа		X	X
		Выбор пробного газа и подходящего течеискателя		X	
	Масс-спектрометры	Критерии способа выбора для различных областей применения		X	
		Базовые принципы, особенности изготовления масс-спектрометрического течеискателя	X		
- магнитный или квадрупольный		X		X	
- прямой ток и протivotок		X			
	- насосные системы, блок электроники, наконечники, измерительные средства и т.п.	X			

Содержание		I уровень	II уровень	III уровень					
		- функционирование	X						
		- регулировочные 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			
				Уровни чувствительности разных способов		X			
				Регулировки		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 галоидными детекторами	X		
		Галоидный детектор	X						
		Используемые физические принципы				X			
		Уровни чувствительности способа				X			
		Критерии выбора способов для различных областей применения				X			
		Скорость перемещения шупа Галогеновый фон				X			
		Свойства хладагента в качестве пробного газа				X			
		- химический состав				X			
		- молекулярный вес				X			
		- поведение жидкости при переходе в газообразное состояние				X			
		Регулировка галоидных течеискателей				X			
		Процентный состав галогеновых смесей				X			
		Оценка чувствительности контроля				X			
		Теплоэлектрические манометры				Базовые принципы	X		
				Используемые физические принципы		X			
Уровни чувствительности различных способов, в ходе которых используется этот метод				X					

Содержание		I уровень	II уровень	III уровень
	Принципы работы манометра Пирони и термодатного манометров			X
Химически активные индикаторные вещества	Используемые физические принципы		X	
	Уровни чувствительности способа		X	
Газоанализаторы	Радиоактивные газы			X
	Используемые физические принципы		X	
	Уровни чувствительности способа		X	
Поток пробного газа в объект – способы группы А	Хроматография и т.п.			X
	Все способы	X		
	- общие требования	X		
	- подготовка исходной схемы и порядок проведения контроля	X		
	- подготовка объекта контроля	X		
	- чувствительность контроля при различных способах		X	
	- регулировка		X	
Вакуумный способ	- вычисление величины течи		X	
	Полный и частичный	X		
Поток пробного газа из объекта – способы группы В	Локальный (распылением)	X		
	- подготовка поверхности объекта контроля	X		
	Для всех способов	X		
	- общие требования	X		
	- подготовка исходной схемы и порядок проведения контроля	X		
	- подготовка объекта контроля	X		
	- чувствительность контроля при различных способах		X	
- регулировка		X		
Химический контроль аммиаком	- вычисление величины течи		X	
	- используемые физические принципы		X	
	- тип реагента		X	
	- применение реагента		X	
Вакуумная камера, использующая внутреннее давление индикаторного газа	- очистка по завершении контроля		X	
Вакуумная камера с использованием индикаторного газа на противоположной стороне				

Содержание			I уровень	II уровень	III уровень	
		Способ давления путем накопления с применением способа всасывания	Подготовка объекта контроля	X		
			Регулировка (в случае необходимости)		X	
		Базовые положения, касающиеся способа наддува-откачки (бомбардирование)	Подготовка объекта контроля		X	
			Подготовка исходной схемы и порядок проведения контроля		X	
			Вычисление величины течи		X	
Способ вакуумной камеры						
7	Оценка условий контроля и отчетность	Заполнение протокола контроля	X			
		Результаты анализа и оценки на основе критериев приемки и применяемых процедур		X	X	
		Совмещение процедур течеискания	Отсылочные стандарты и документы		X	X
Процедура реализации способа и модульные блоки для подготовки проекта протокола контроля				X		
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	
9	Вопросы обеспечения качества	Квалификация персонала	Система сертификации ISO 9712	X	X	X
			Документация	Форма и объем рабочих процедур		
		Демонстрация соответствия процедуры НК требованиям соответствующих стандартов				X
		Разрешение (инструкции по НК, процедур и персонала)				X
		Разработка письменных инструкций			X	
		Работа с точным соблюдением письменных инструкций		X		
		Прослеживаемость документации			X	X
		Надежность измерений			X	X
		Знание применяемых методов НК и стандартов на продукцию	Выбор правильной технологии		X	
Применение правильных параметров контроля			X			
Выбор метода НК			X	X		

Содержание			І уровень	ІІ уровень	ІІІ уровень
		Профессиональная подготовка по специальности	X	X	X
		Проверка оборудования	X	X	X
10	Перспективные разработки	Специализированные промышленные установка		X	
		Новые разработки для промышленности и научно-исследовательской деятельности			X