



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ  
«АНГАРСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»**

---

Дисциплинарно - цикловая комиссия по специальностям «Сварочное производство»,  
«Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования», профессии  
«Дефектоскопист»

**Комплект контрольно-оценочных средств по профессиональному модулю  
«Выполнение ультразвукового контроля контролируемого объекта»  
образовательной программы  
(ОПСПО) по профессии  
15.01.36. Дефектоскопист**

г. Ангарск, 2021г.

Разработчики:

Преподаватель высшей квалификационной категории Мурзина Ю.П

Комплект контрольно-оценочных средств по профессиональному модулю ПМ02 по профессии 15.01.36. Дефектоскопист рассмотрен и одобрен на заседании методической комиссии по специальностям «Сварочное производство», «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования», профессии «Дефектоскопист».

Протокол заседания ДЦК №\_\_ от «\_\_»\_\_\_\_\_ 2021г  
Председатель ДЦК\_\_\_\_\_ Ю.П. Мурзина

## Общие положения

Результатом освоения профессионального модуля является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности «Выполнение ультразвукового контроля контролируемого объекта», в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

Код	Наименование результата обучения
ПК 1.	Проверять оснащенность, работоспособность, исправность оборудования для ультразвукового контроля
ПК 2.	Осуществлять проверку соблюдения условий для выполнения ультразвукового контроля
ПК 3.	Настраивать амплитудную и временную шкалу ультразвукового прибора
ПК 4.	Настраивать временную регулировку чувствительности, использовать АРД-диаграмму, ДАС-кривую.
ПК 5.	Осуществлять поиск несплошностей эхо-методом и проводить их идентификацию
ПК 6.	Определять амплитуду отраженного от несплошностей эхо-сигнала и измерять условные размеры несплошности.
ПК 7.	Регистрировать и оформлять результаты ультразвукового контроля материалов и сварных соединений
ОК 1.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК 2.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 3.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
ОК 4.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 5.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 7	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК 9.	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 10.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.

формирующихся в процессе освоения ОПСПО в целом.

Формой аттестации по профессиональному модулю является экзамен квалификационный. Экзамен квалификационный выполняется в форме выполнения практического задания. Итогом экзамена является однозначное решение: «вид профессиональной деятельности освоен/не освоен».

## 1. Формы контроля и оценивания элементов профессионального модуля

Элемент модуля	Форма контроля и оценивания	
	Промежуточная аттестация	Текущий контроль
МДК 02.01. Аппаратура и технология ультразвукового контроля	Экзамен (3 курс 2 семестр)	Защита практических и лабораторных работ, тестирование, контрольные работы по темам МДК.
Учебная практика	Зачет (2 курс 2 семестр, 3 курс 1 семестр)	Оценка выполнения работ на учебной практике
Производственная практика	Зачет (3 курс, 2 семестр)	Наблюдения при выполнении работ на производственной практике

## 2. Распределение основных показателей оценки результатов по видам аттестации

Профессиональные и общие компетенции по ФГОС	Основные показатели оценки результатов	Виды аттестации					
		Текущий контроль	Промежуточная аттестация				
			МДК			Практика	
теория	Лаб. занятия.	Практ. занятия	учебная	производственная			
МДК 02.01. Аппаратура и технология ультразвукового контроля							
ПК 1. Проверять оснащенность, работоспособность, исправность оборудования для ультразвукового контроля	Определяет работоспособность средств контроля в соответствии с указаниями паспортов, инструкций по эксплуатации и иных документов, содержащих требования к средствам контроля	+	+	+	+	+	+
	Применяет стандартные, настроечные образцы ультразвукового контроля для выполнения трудовой функции	+	+	+	+	+	+
ПК 2. Осуществлять проверку соблюдения условий для выполнения ультразвукового контроля	Применяет технические условия по ультразвуковому контролю конкретного объекта контроля.	+	+	+	+	+	+
	Производит проверку с применением технических средств	+	+	+	+	+	+
	Соблюдает условия проведения ультразвукового контроля в соответствии с требованиями технических условий	+	+	+	+	+	+
ПК 3. Настраивать амплитудную и временную шкалу ультразвукового прибора	Определяет и настраивает параметры измерительного прибора	+	+	+	+	+	+
	Определяет необходимый уровень амплитуды	+	+	+	+	+	+

	Определяет необходимую длительность развертки	+		+	+	+	+
ПК 4. Настраивать временную регулировку чувствительности, использовать АРД-диаграмму, ДАС-кривую.	Сравнивает амплитуды эхо-сигнала от отражателя с амплитудой эхо-сигнала от плоскодонного отверстия	+			+	+	
	Определяет размер дефекта с помощью АРД диаграммы	+	+		+	+	
ПК 5. Осуществлять поиск несплошностей эхо-методом и проводить их идентификацию	Использует эхо - метод	+		+	+	+	+
	Локализует место появления несплошности	+		+			+
	Идентифицирует несплошности по результатам ультразвукового контроля	+		+	+	+	+
ПК 6. Определять амплитуду отраженного от несплошностей эхо-сигнала и измерять условные размеры несплошности.	Определяет измеряемые характеристики выявленной несплошности	+	+	+	+	+	+
	Оценивает качество объекта контроля по результатам ультразвукового контроля	+	+	+	+	+	+
ПК 7. Регистрировать и оформлять результаты ультразвукового контроля материалов и сварных соединений	Регистрирует результаты ультразвукового контроля	+	+	+	+	+	+
	Оформляет результаты контроля материалов	+	+	+	+	+	+
	Оформляет результаты контроля сварных соединений	+	+	+	+	+	+

### 3. Результаты освоения модуля, подлежащие проверке на экзамене квалификационном

3.1. В результате аттестации по профессиональному модулю осуществляется комплексная проверка следующих профессиональных и общих компетенций:

Профессиональные и общие компетенции, которые возможно сгруппировать для проверки	Показатели оценки результата
ПК 1. Проверять оснащенность, работоспособность, исправность оборудования для ультразвукового контроля ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.	Проверка средств контроля и настройка параметров контроля с применением стандартных образцов СО-2, СО-3, настроечного образца (СОП)
ПК 2. Осуществлять проверку соблюдения условий для выполнения ультразвукового контроля ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста. ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.	Проверка подготовки объекта контроля (размера зоны зачистки, шероховатости, наличие разметки) Выбор параметров контроля в соответствии с Технологической картой УЗК
ПК 3. Настраивать амплитудную и временную шкалу ультразвукового прибора ОК 2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.	Установка уровней чувствительности: браковочного, контрольного, поискового. Браковочный уровень (максимально допустимая эквивалентная площадь) определяется в соответствии технологической картой.

ПК 5. Осуществлять поиск несплошностей эхо-методом и проводить их идентификацию ОК 4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.	Выполнение сканирования зоны контроля в соответствии с заданной схемой. Выявление несплошности по результатам данных УЗК;
ПК 6. Определять амплитуду отраженного от несплошностей эхо-сигнала и измерять условные размеры несплошности. ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.	Определение измеряемых характеристик выявленных несплошностей Оценка качества объекта контроля по результатам ультразвукового контроля
ПК 7. Регистрировать и оформлять результаты ультразвукового контроля материалов и сварных соединений ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.	Оформление результатов контроля сварных соединений в соответствии с НТД.

#### 4. Оценка освоения теоретического курса профессионального модуля

##### 4.1. Типовые задания для оценки освоения

Раздел 1. Ультразвуковой контроль материалов и сварных соединений

Тема 1.1. Физические основы ультразвуковой дефектоскопии

Тестовое задание 1. по теме 1.1.

Время выполнения 15 минут.

Вариант 1

1. Какие из приведенных ниже волн являются упругими?

- А. звуковые
- Б. электромагнитные
- В. волны на поверхности жидкости

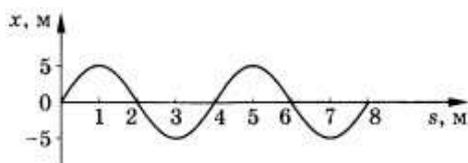
2. Поперечные механические волны являются волнами ...

- А. сжатия и разрежения
- Б. изгиба
- В. сдвига

3. Упругие продольные волны могут распространяться ...

- А. только в твердых телах
- Б. в любой среде
- В. только в газах

4. На рисунке представлен график волны в определенный момент времени. Чему равна длина волны?



- А. 4 м
- Б. 6 м
- В. 3 м

5. Ультразвуковыми называются колебания, частота которых ...

- А. менее 20 Гц
- Б. от 20 до 20 000 Гц
- В. превышает 20 000 Гц

6. Высота звука зависит от ...

- А. амплитуды колебаний  
 Б. частоты колебаний  
 В. скорости звука
7. При интерференции когерентных волн, если разность хода волн равна нечетному числу полуволн, то ...  
 А. амплитуда суммарной волны равна нулю  
 Б. амплитуда суммарной волны равна удвоенной амплитуде одной из волн
8. При переходе из одной среды в другую длина звуковой волны увеличилась в 3 раза. Как при этом изменилась высота звука?  
 А. увеличилась в 3 раза  
 Б. уменьшилась в 3 раза  
 В. не изменилась
9. Определите длину поперечной ультразвуковой волны в стали, если ее частота 5МГц, скорость распространения 3245 м/с.  
 А. 0,65 мм  
 Б. 1,3 мм  
 В. 0,32 мм
10. Рассчитайте глубину моря, если промежуток времени между отправлением и приемом сигнала эхолота 2 с. Скорость звука в воде 1500 м/с.  
 А. 3 км  
 Б. 1,5 км  
 В. 2 км
- Эталоны ответов

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
А	В	Б	А	В	Б	А	В	А	Б	а) продольная б) не проникает а) поперечная б) не проникает

Задание 2. по теме 1.1. Время выполнения 20 мин.

**Вставьте пропущенные слова:**

1. Движение УЗ волны 1) К \_\_\_\_\_.
2. Для УЗК применяются 2) И \_\_\_\_\_ Е 1) \_\_\_\_\_.
3. С \_\_\_\_\_ УЗ волны зависит от плотности среды, типа волн.
4. Число 1) \_\_\_\_\_ + частицы за единицу времени называется  
3) Ч \_\_\_\_\_.
5. Единица измерения 3) \_\_\_\_\_ - Г \_\_\_\_\_.
6. 4) \_\_\_\_\_ волны – это минимальное расстояние между частицами среды, которые колеблются в одной фазе (одновременно) обозначается символом  $\lambda$  и измеряется в м, мм.
7. 5) \_\_\_\_\_ волны – это максимальное смещение частиц среды от положения равновесия.
8. В УЗК 5) \_\_\_\_\_ акустического импульса является величина, по которой принимается решение о браковке изделия.

9. В основу УЗК положено сравнение 5) \_\_\_\_\_ импульсов отраженных от дефектов с амплитудой импульсов отраженных от эталонных отражателей.
10. Отношение 5) \_\_\_\_\_ принято измерять в относительных логарифмических единицах – 6) \_\_\_\_\_.
11. В безграничной среде могут распространяться несколько типов волн: 7) \_\_\_\_\_, 8) \_\_\_\_\_ и поверхностные.
12. 8) \_\_\_\_\_ могут распространяться только в твердых телах.
13. На рисунке 1 показан УЗК наклонным преобразователем  
1- \_\_\_\_\_ лучом и 2 - \_\_\_\_\_ лучом.

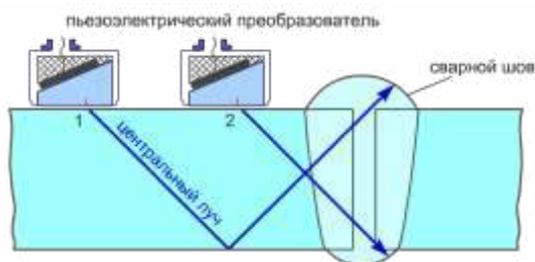


Рис. 1.

14. Падение волны на границу раздела сред сопровождается тремя основными процессами (рис. 2.): 9) \_\_\_\_\_, 10) \_\_\_\_\_ и трансформацией.

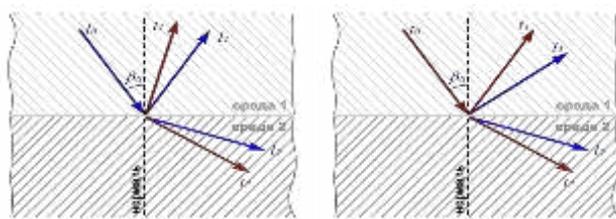


Рис.2.

15. На рис. 3. показан наклонный преобразователь, установленный на объект контроля. Под действием электрического сигнала, вырабатываемого дефектоскопом, 12 \_\_\_\_\_ совершает колебания, в процессе которых изменяется ее толщина. В призме преобразователя возбуждается акустическая волна продольного типа, падающая на границу раздела с объектом контроля под некоторым углом к нормали.



В зависимости от угла падения в объект контроля проникают только продольные волны, продольные и поперечные, только поперечные или поверхностные волны.

Рис.3.

Пьезоэлектрическим эффектом прямым и обратным обладают материалы из класса диэлектриков, которые называют 13) \_\_\_\_\_.

14) \_\_\_\_\_ пьезоэлектрический эффект – это преобразование акустических колебаний в электрический сигнал используется для регистрация акустических волн.

15) \_\_\_\_\_ пьезоэлектрический эффект – это преобразование электрического сигнала в акустические колебания используется для излучения акустических волн.

Ответы: волна, амплитуда, длина, частота, продольные, поперечные, децибеллы, герцы, колебания, импульсные, скорость, прямой, однократно отраженный, прямой, обратный, пьезопластина, отражение, преломление, пьезоэлектрики

Тема 1.2 Аппаратура для ультразвукового контроля

Задание 1. Определить основные элементы пьезопреобразователей ( ПЭП). Время выполнения 35 минут.

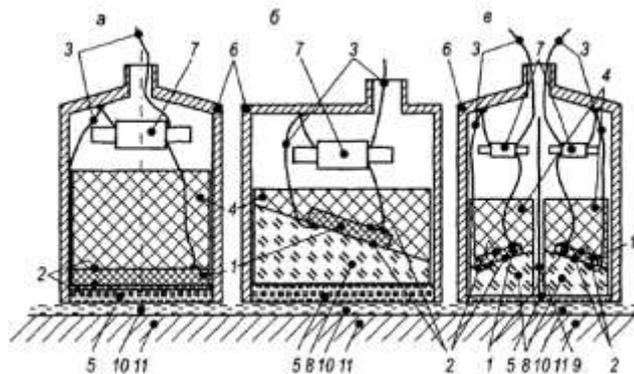


Рис. 1.Схема устройства ПЭП

- Зарисовать в тетради схемы устройства прямого, наклонного и раздельного ПЭП (рис.1), заполнить таблицу 1, пользуясь учебником, с.162-163 (учебник Новокрещенов В. В. *Незрушающий контроль сварных соединений в машиностроении : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Новокрещенов, Р. В. Родякина ; под научной редакцией Н. Н. Прохорова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 274 с*)

Таблица 1

№ п/п	Элемент ПЭП	Назначение элемента	Материал элемента
1	Пьезоэлемент	Предназначен для преобразования электрических колебаний в упругие и обратно	Пьезокерамика, Цирконат титаната свинца, титанат бария
2			

Задание 2. Изучить функциональную схему цифрового микропроцессорного дефектоскопа. Время выполнения 30 мин.

Зарисовать схему (рис.2), записать назначение основных блоков дефектоскопа, ответить на вопросы:

- 1) Какие основные два основных блока можно условно выделить?
- 2) Каково назначение генератора синхронизирующих импульсов?
- 3) Какие различают режимы работы дефектоскопа?
- 4) Каково назначение генератора импульсов возбуждения?
- 5) Что такое такое аттенуатор?
- 6) Каково назначение ПЭП?

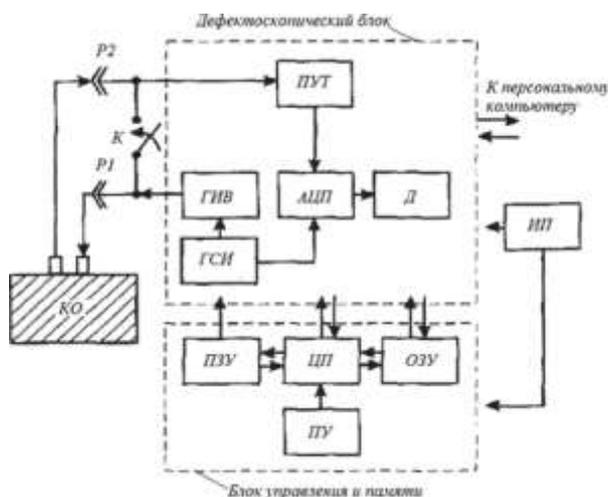


Рис.2 Функциональная схема ультразвукового дефектоскопа

### Тема 1.3 Технология ультразвукового контроля

Задание 1. Время выполнения 30 мин.

Описать требования к подготовке поверхности к ультразвуковому контролю.

Определить параметры эхо-импульсного контроля стыкового соединения разных толщин (по вариантам). Задание выполнить на основании предложенных Технических условий.

Вариант 1. Определить параметры ультразвукового контроля стыкового сварного соединения двух труб 325x 16, тип сварного соединения С-17, способ сварки РД. Заполнить таблицу 3.

#### Технические условия

Поверхности сварных соединений, включая зоны термического влияния и зоны перемещения ПЭП, должны быть очищены от пыли, грязи, окалины, ржавчины. С них должны быть удалены забоины по всей длине контролируемого участка. При подготовке поверхности сканирования ее шероховатость должна быть не хуже  $Rz=40$  мкм. Подготовленную для контроля поверхность сварного соединения непосредственно перед контролем необходимо тщательно протереть ветошью и покрыть слоем контактной смазки. Ширина подготовленной под контроль зоны (ширина зоны зачистки) должна быть не менее:

- $X_{зач} = Htg\alpha + A + b$  - при контроле совмещенным ПЭП прямым лучом
- $X_{зач} = 2Htg\alpha + A + b$  - при контроле однажды отраженным лучом

где:

$A$  – длина контактной поверхности ПЭП (обычно принимают равным 40 мм);

$b$  – ширина околошовной зоны, подлежащей контролю;

$H$  – номинальная толщина стенки;

$\alpha$  – угол ввода;

В сварных соединениях контролю и одинаковой оценке качества подлежат металл сварного шва и околошовной зоны. Ширина контролируемой околошовной зоны основного металла в стыковом сварном соединении определяется в соответствии с требованиями таблицы 1.

Таблица 1

Вид сварки	Номинальная толщина сваренных элементов	Ширина контролируемой околошовной зоны ( $b$ ) не менее, мм
РДС, РАДС	до 5 мм	5
	5-20 мм включительно	Номинальная толщина
	Свыше 20 мм	20
ЭШС	независимо	50

Ширина контролируемой околошовной зоны основного металла в угловых и тавровых сварных соединениях составляет 5 мм независимо от толщины свариваемых деталей.

Ширина контролируемых участков околошовной зоны определяется от граничной поверхности сварного шва. В сварных соединениях деталей различной толщины ширина указанной зоны определяется отдельно для каждой из сваренных деталей.

Перед проведением контроля следует проверить наличие разметки, при её отсутствии обозначить точку отсчета и направление координат.

Характеристики наклонных совмещенных преобразователей при контроле стыковых сварных соединений по данным техническим условиям выбирают по таблице 2, исходя из необходимости обеспечения прозвучивания центральным лучом всего сечения сварного соединения с учетом его толщины и конструкции.

Таблица 2

Толщина сварного соединения	Частота, МГц	Угол ввода при контроле, град	
		Прямым лучом	ОО лучом
до 8 мм включительно	4-6	70°	70°
Свыше 8 до 12 включительно	4-6	70°	65°-70°
Свыше 12 до 20 включительно	2,5	65	65
Свыше 20 до 40 включительно	2,5	60°-65	45°-50
Свыше 40 до 60 включительно	1,8-2,5	60°-65°	45°-50°

Примечания к таблице 2:

В рабочих документах УЗК (картах контроля, заключениях) параметры контроля должны быть указаны однозначно (дискретными значениями) - указание диапазонов значений параметров не допускается.

**Стыковые сварные соединения** контролируют наклонным ПЭП с наружной поверхности прямым и однажды отраженными лучами с обеих сторон шва при толщине стенки менее 60 мм, как показано на рис. 1

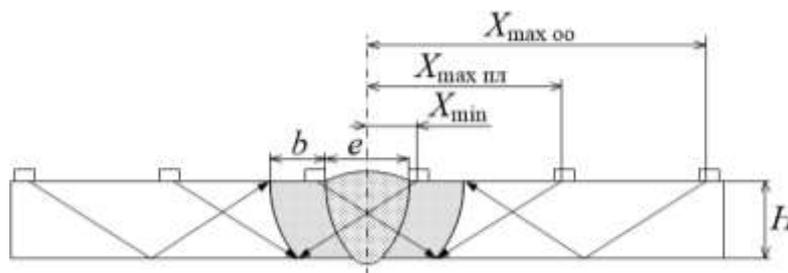


Рисунок 1. Схема контроля стыкового сварного соединения.

Минимальное расстояние сканирования  $X_{min}$  относительно центра сварного соединения с валиком, шириной  $e$  определяется по формуле:

$$X_{min} = 0,5e + a,$$

Где  $a$ -стрела ПЭП

Максимальная зона сканирования прямым лучом  $X_{max}$  пл относительно центра сварного соединения с валиком, шириной  $e$  определяется по формуле:

$$X_{max} \text{ пл} = Htg\alpha + b + 0,5e$$

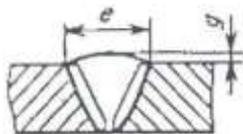
Максимальная зона сканирования однократно отраженным лучом  $X_{max}$  оо относительно центра сварного соединения с валиком, шириной  $e$  определяется по формуле:

$$X_{max} \text{ оо} = 2Htg\alpha + b + 0,5e$$

Таблица 3.

Схема прозвучивания	ПЭП (выбрать)	Номинальная толщина сварного соединения, мм	Ширина усиления сварного соединения $e$ , мм	$X_{min}$ , мм	$X_{max}$ -мм	Околошовная зона $b$ , мм
Пл						
оо						

Таблица 4.

Тип	Конструктивные элемент шва сварного соединения	S	e		q	
			Номин.	Пред, откл.	Номин.	Пред, откл.
С-17		3,0 - 4,4	6	±2	1,0	± 1
		4.5 - 5,9	7			
		6.0	8			
		7.0	10			
		8.0	12			
		9,0-10,0	14			
		11,0 - 16,0	16	±30		
		17,0-20,0	18			

Задание 3. Оформите краткую запись дефектов. Время выполнения 12 мин.

1. Обнаружен эхо-сигнал на прямом луче, с амплитудой 48 дБ на глубине 8.3 мм, условной протяженностью 5 мм. положение максимума эхо-сигнала относительно точки отсчета - 32 мм.
2. Обнаружен эхо-сигнал на прямом луче, с амплитудой 38 дБ на глубине 9,5 мм, условной протяженностью 15 мм, положение максимума эхо-сигнала относительно точки отсчета – 56 мм
3. Обнаружен эхо-сигнал на отраженном луче, с амплитудой 55 дБ на глубине 3,5 мм, условной протяженностью 10 мм. положение максимума эхо-сигнала относительно точки отсчета 88 мм.
4. Обнаружен эхо-сигнал на отраженном луче, с амплитудой 64 дБ на глубине 3,5 мм, по-

ложение максимума эхо-сигнала относительно точки отсчета - 125 мм.

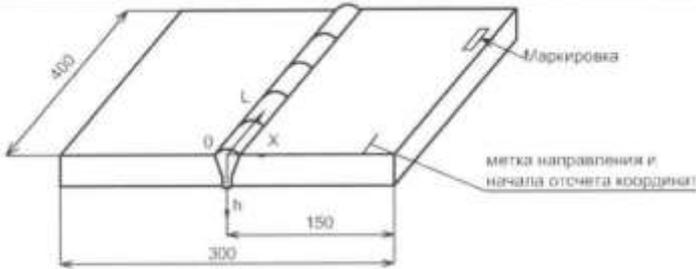
### Тема 1.4 Ультразвуковой контроль материалов и сварных соединений.

Задание 1. Разработать технологическую карту ультразвукового контроля сварного соединения по ТУ-УЗК-1-18. (по вариантам). Время выполнения – 60 мин.

1. Объект контроля						
Объект контроля	Пластина 400x400x12 мм со стыковым сварным соединением					
Контролируемый элемент	Стыковое сварное соединение С-17 по ТУ-ВИК-1-19					
Материал основного металла	Сталь 20					
Способ сварки	РДС					
Объём контроля, %	100					
Степень контроледоступности	1ДК					
Уровень качества	II					
Эскиз сварного соединения						
2. Нормативная документация						
ТУ- УЗК-1-18, ТУ-ВИК-1-19						
3 Средства контроля и необходимые принадлежности						
4. Подготовка к контролю						
1. Проверка подготовки объекта контроля						
2. Проверка средств контроля и настройка параметров контроля						
3. Установка уровней чувствительности						
4. Схема настройки дефектоскопа						
5. Параметры и схема контроля сварного соединения						
Схема контроля						
Таблица 1. Параметры УЗК						
Схема прозвучивания	ПЭП	Номинальная толщина сварного соединения <b>H</b> , мм	Ширина усиления сварного соединения <b>e</b> , мм	$X_{min}$ , мм	$X_{max}$ , мм	Околошовная зона <b>b</b> , мм
ПЛ						
ОО						

Схе- ма ска- ни- ро- ва- ния	
<b>6. Порядок проведения контроля</b>	
<b>7. Измерение и расшифровка характеристик несплошностей</b>	
Схема измерения характеристик несплошностей	
<b>8. Оценка качества и оформление отчётной документации</b>	

Пример заполнения технологической карты

<b>1 Объект контроля</b>	
1.1 Объект контроля	Пластина 400x400x14мм со стыковым сварным соединением
1.2 Контролируемый элемент	Стыковое сварное соединение С-17 по ТУ-ВИК-1-19
1.3 Материал основного ме-	Сталь 20
1.4 Способ сварки	РДС
1.5 Объём контроля, %	100
1.6 Уровень качества	II
1.7 Степень	1ДК
<b>2 Нормативная документация</b>	
ТУ-УЗК-1-18	
<b>3 Средства контроля</b>	
3.1 Дефектоскоп (тип)	УД 2-140 или аналог
3.2 Ультразвуковой преобра-	П 121-2,5-65
3.3 Калибровочный образец	СО-2, СО-3, V2
3.4 Настрочный образец	СОП-16 с угловым отражателем, эквивалентной площадью соответствующей максимально допустимой эквивалентной площади $S_i=10 \text{ мм}^2$
3.5 Линейка металлическая L500, гель для УЗК, образец шероховатости Rz40 мкм.	
	
Рис. 1 -Эскиз сварного соединения	
<b>4 Подготовка к контролю</b>	

4.1 Выполнить проверку подготовки контролируемого элемента:

- поверхность контролируемого элемента в зоне перемещения ПЭП с обеих сторон сварного шва должна быть очищена от сварочного грата, пыли, грязи, окалина, ржавчины. С неё должны быть удалены забоины, отслаивающаяся окалина по всей длине контролируемого участка, шероховатость поверхности должна быть не хуже  $Rz\ 40\ \mu\text{м}$ ;
- ширина подготовленной под контроль зоны с каждой стороны шва должна быть не менее  $X_{\text{зач.}} = 124\ \text{мм}$  (при контроле ОО лучом).

Обозначить начало и направление отсчета координат, нанеся метку маркером.

4.2 Проверить точку выхода и угол ввода ПЭП по СО-3 и СО-2 (V2)

4.3 Выполнить настройку режимов работы дефектоскопа, включающую в себя: настройку задержки и длительности развертки, настройку глубиномера, определение уровней чувствительности, настройку рабочей зоны контроля по СОП-16 с угловым отражателем, эквивалентной площадью соответствующей максимально допустимой эквивалентной площади  $S_i = 10\ \text{мм}^2$

4.3.1 Настройку задержки и длительности развертки выполнить так, чтобы наибольшая часть развертки на экране соответствовала пути ультразвукового импульса в контролируемом металле

4.3.2 Настройку глубиномера выполнить по настроечному образцу в соответствии с рисунком 2

4.3.3 Установку браковочных уровней чувствительности для прямого и однократно отражённого лучей, при которых проводится оценка допустимости обнаруженных несплошностей по амплитуде эхо-сигнала, провести по отражателю типа «зарубка» эквивалентной площадью, соответствующей максимально допустимой эквивалентной площади  $S_i = 10\ \text{мм}^2$  соответственно на прямом и однократно отражённом лучах.

Контрольный уровень, при котором проводится оценка допустимости обнаруженных несплошностей по условной протяженности, установить путем повышения чувствительности на 6 дБ относительно соответствующего браковочного уровня.

Поисковый уровень чувствительности, при котором проводят поиск несплошностей, установить путем повышения чувствительности на 6 дБ относительно контрольного уровня для однократно отражённого луча.



Рис. 2 - Схема настройки дефектоскопа

## 5 Схема и параметры контроля сварного соединения

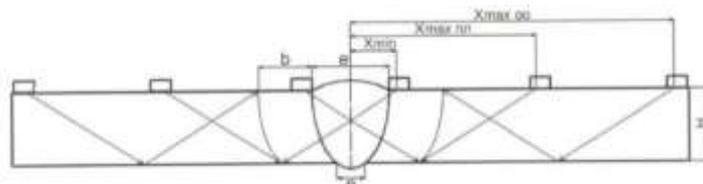
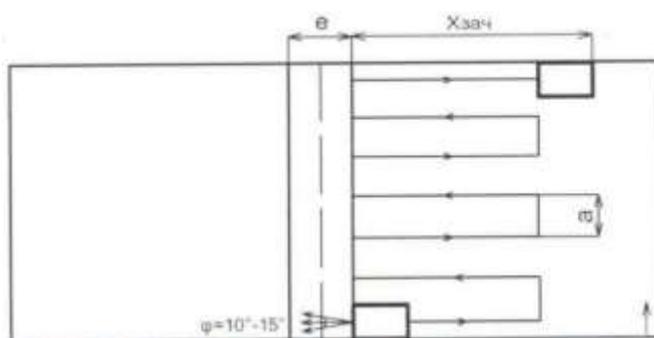


Рис.3 Схема контроля

Таблица 1

Схема прозвучивания	ПЭП	Номинальная толщина сварного соединения Н, мм	Ширина усиления сварного соединения е, мм	X <sub>min</sub> , мм	X <sub>max</sub> , мм	Околошовная зона b,
Пл	П 121-2,5-65	16	18	Вплотную к усилению сварного соединения (рисунок	55	16
Оо					89	



#### 6 Порядок проведения контроля

Контролируемую поверхность тщательно протереть ветошью и покрыть слоем контактной смазки. Установить ПЭП в начало перемещения (рисунок 4). Провести УЗК сварного соединения путем поперечно - продольного сканирования на поисковом уровне чувствительности наклонным преобразователем П121-2,5-65 прямым и однократно отраженным лучом с обеих сторон сварного соединения. Зона перемещения ПЭП указана в таблице 1 и схематично представлена на рисунках 3 и 4. Шаг сканирования ПЭП не должен превышать 5 мм, скорость сканирования не более 100 мм/с. При перемещении преобразователя производить его повороты относительно собственной вертикальной оси на 10-15 градусов. В процессе сканирования необходимо следить за наличием контактной смазки и сохранением акустического контакта за счет постоянного усилия прижатия ПЭП к поверхности изделия.

#### Измерение и расшифровка характеристик несплошностей

При обнаружении несплошностей с амплитудой эхо-сигнала равной или большей контрольного уровня, определяют следующие характеристики:

1. максимальную амплитуду эхо-сигнала и максимальную эквивалентную площадь
2. координаты отражателя  $h$  (глубина залегания),  $X$  (место залегания)
3. смещение координаты несплошности относительно середины шва (границ детали)  $\Delta x$
4. координату расположения несплошности относительно начала отсчета  $L$
5. координаты несплошности  $l1$  и  $l2$  относительно начала отсчета вдоль шва
6. условную протяженность вдоль продольной оси сварного шва  $\Delta l$
7. количество несплошностей на участке шва длиной 100 мм

Схема измерения характеристик представлена на рис.5.

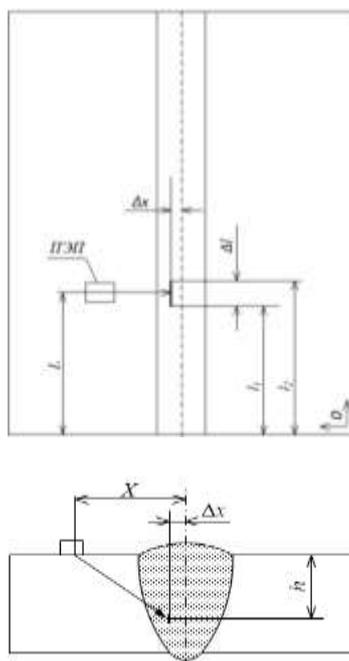


Рис. 5 - Схема измерения характеристик несплошностей

### 8 Оценка качества

Качество сварного соединения считается удовлетворительным при соблюдении всех следующих требований:

- характеристики и количество несплошностей удовлетворяют нормам, приведенным в таблице 2;
- несплошность является непротяженной (условная протяженность  $\Delta l < 10$  мм.)

Таблица 2

Номинальная толщина, мм	Уровень качества	Эквивалентная площадь одиночных несплошностей, мм <sup>2</sup>		Допускаемое число фиксируемых одиночных несплошностей на любые 100 мм протяженности сварного соединения
		Минимально фиксируемая $S_k$	Максимально фиксируемая $S_{бр}$	
16	II	5	10	4

Эквивалентные площади пересчитаны для углового отражателя.

Результаты контроля зарегистрировать в журнале, оформить заключение. При обнаружении несплошностей подлежащих фиксации, составить дефектограмму.

## 4.2 Типовые задания для промежуточной аттестации по МДК 02.01

### ЭКЗАМЕН

#### Билет 1

1. Характеристика видов неразрушающего контроля
2. Каково соотношение между частотой, длиной волны и скоростью звука для всех типов волн?
3. Схемы прозвучивания эхо-импульсного метода

#### Билет 2

1. На чем основаны методы ультразвукового контроля?
2. Содержание технологической карты УЗК
3. Каково назначение СОПов (настроечных образцов)?

#### Билет 3

1. Что такое затухание УЗ колебаний ?
2. Каковы достоинства и недостатки УЗК
3. Принцип работы ПЭП. Типы и маркировка ПЭП.

#### Билет 4

1. Явление пьезоэффекта. Понятие прямого и обратного пьезоэффекта, применение.
2. Основные методы УЗК.
3. Основные этапы подготовки к УЗК

#### Билет 5

1. Типы ультразвуковых волн
2. На чем основан выбор ПЭП для контроля сварных соединений
3. Условная протяжённость дефекта, её определение при УЗК.

#### Билет 6

1. Вид акустического поля. Понятие ближней зоны и дальней зоны
2. Способы сканирования контролируемого объекта при проведении УЗК
3. Сущность эхо-импульсной толщинометрии

#### Билет 7

1. Что такое ультразвук? Каковы его параметры.
2. Определение координат дефекта при эхо-методе.
3. Подготовка сварных соединений к УЗК

#### Билет 8

1. Что называется «Дефектом»? Оценка допустимости несплошности (дефекта).
2. Определение координат дефекта при эхо-методе.
3. Назначение стандартного образца СО-2.

#### Билет 9

1. Параметры ультразвуковых колебаний.
2. Что входит в зону УЗК сварных соединений?
3. Каковы схемы устройства прямого и наклонного ПЭП

#### Билет 10

1. Что такое «звук», «инфразвук», «ультразвук»?
2. Понятие о «мёртвой зоне», факторы, определяющие её величину, способы её измерения, её зависимость от угла ввода.
3. Назначение и схема ультразвукового дефектоскопа

#### Билет 11

1. Трансформация упругих волн, закон Снеллиуса, угол ввода, факторы, влияющие на его изменение, порядок его измерения.
2. Назначение и типы ПЭП
3. Требования охраны труда при проведении УЗК

Билет 12

1. Области применения УЗД
2. Назначение стандартного образца СО-3.
3. Измеряемые характеристики дефектов УЗК

Билет 13

1. Свойства ультразвуковых волн
2. Диаграмма направленности ПЭП.
3. Теневой и Зеркально-теневой методы УЗК.

Билет 14

1. Угол расхождения ультразвукового пучка, понятие о ближней и дальней зоне пьезоэлектрического преобразователя.
2. Что называется «Чувствительностью» в УЗК? Настройка браковочного, контрольного и поискового уровней чувствительности
3. Особенности УЗК основного металла (листового проката и труб, отливок, поковок)

Билет 15

1. Каковы явления на границе раздела двух сред?
2. Технология поиск дефектов изделий в УЗК
3. Основные узлы ультразвукового дефектоскопа

Билет 16

1. Каковы параметры ультразвуковых волн
2. Признаки обнаружения несплошностей по результатам эхо-импульсного, теневого, зеркально-теневого методов УЗК
3. Требования к регистрации и оформлению результатов контроля

Билет 17

1. Как влияет размер зерна металла на распространение УЗ волны?
2. Технология ультразвукового контроля сварных соединений
3. Настройка чувствительности с помощью АРД-диаграмм

Билет 18

1. Что такое ультразвук и каковы его параметры
2. Подготовка контролируемого объекта к выполнению УЗК
3. Способы эталонирования чувствительности дефектоскопа

Билет 19

1. В чем отличие продольных и поперечных УЗ волн
2. Назначение калибровочных и настроечных образцов при УЗК
3. Оформление заключения о результатах контроля

Билет 20

1. Основные параметры УЗК

2. Что называется удельным акустическим сопротивлением или акустическим импедансом?
3. Аппаратура для ультразвукового контроля

## 5. Требования к зачету по учебной практике

Промежуточная аттестация по учебной практике проходит в форме зачета.  
Зачет по учебной практике выставляется на основании данных журнала учебной практики.

### 5.1. Форма аттестационного листа для учебной практики по ПМ 02

#### Аттестационный лист студента по учебной практике по профессиональному модулю ПМ.02 «Выполнение ультразвукового контроля контролируемого объекта»

1. ФИО студента

Группа № \_\_\_\_, курс 3 профессия «Дефектоскопист»

2. Место проведения практики (организация), наименование, юридический адрес:

665832, г. Ангарск, квартал 277, дом 15 (корпус №2, АИТ)

3. Время проведения практики (количество часов и периодичность) -432 часа рассосредоточенно.

4. Промежуточная аттестация в форме зачета (бчас);

ПК, ОК	Виды работ	Краткая характеристика выполнения работы	Выполнил/не выполнил
ПК 1. Проверять оснащенность, работоспособность, исправность оборудования для ультразвукового контроля ОК 1.	Определяет работоспособность средств контроля в соответствии с указаниями паспортов, инструкций по эксплуатации и иных документов, содержащих требования к средствам контроля	Проверка рабочих параметров ПЭП (угла ввода, определение точки выхода ультразвукового луча, стрелы ПЭП) по стандартным образцам СО-3, СО-2 Настройка толщиномера (скорости ультразвука, калибровка по эталонному образцу) измерение толщины контролируемого объекта. Соблюдает правила безопасности труда, пожарной безопасности и электробезопасности.	
ПК 2. Осуществлять проверку соблюдения условий для выполнения ультразвукового контроля ОК 5, ОК 7	Производит проверку соблюдения условий с применением технических средств контроля для выполнения ультразвукового контроля	Проверка шероховатости объекта контроля (ОК) для УЗК с помощью эталонов шероховатости, маркировка ОК, расчет и измерение ширины зачистки ОК для УЗК.	
ПК 3. Настраивать амплитудную и временную шкалу ультразвукового прибора ОК 2	Определяет и настраивает параметры контроля Определяет необходимый уровень амплитуды измерительного прибора Определяет необходимую длительность развертки	Настройка развертки Настройка глубиномера (задержки в призме, скорости ультразвука) по СО-3, СО-2 или СОП с угловыми отражателями. Установка браковочного уровня чувствительности по СОП с угловыми отражателями.	

ПК 4.Настраивать временную регулировку чувствительности, использовать АРД диаграмму, ДАС-кривую. ОК 9.	Настраивает временную регулировку чувствительности, используя АРД диаграмму	Настройка временной регулировки чувствительности, используя АРД диаграмму	
ПК 5.Осуществлять поиск несплошностей эхо-методом и проводить их идентификацию ОК 4	Осуществляет поиск несплошностей эхо-методом и проводит их идентификацию	Производит перемещение преобразователя по поверхности контролируемого объекта по заданной траектории. Производит поиск несплошностей эхо-методом и проводит их идентификацию.	
ПК 6.Определять амплитуду отраженного от несплошностей эхо-сигнала и измерять условные размеры несплошности. ОК 3.	Определяет амплитуду отраженного от несплошностей эхо-сигнала и измеряет условные размеры несплошности.	Определяет основные измеряемые характеристики выявленной несплошности. Определяет тип выявленной несплошности по заданным критериям.	
ПК 7.Регистрировать и оформлять результаты ультразвукового контроля материалов и сварных соединений ОК 10.	Регистрирует и оформляет результаты ультразвукового контроля материалов и сварных соединений.	Регистрирует и оформляет результаты ультразвукового контроля материалов и сварных соединений с соответствии с требованиями нормативной документации. <i>Разрабатывает технологическую карту УЗК</i>	

Дата \_\_\_ \_\_

Зам. директора по ПО

Мастер п/о

## 5.2. Форма аттестационного листа для производственной практике по ПМ 02

### Аттестационный лист студента по производственной практике По профессиональному модулю ПМ.02 «Выполнение ультразвукового контроля контролируемого объекта»

1.ФИО студента

Группа \_\_\_\_\_, курс 3 профессия «Дефектоскопист»

2.Место проведения практики (организация), наименование, юридический адрес

3. Время проведения практики (количество часов и периодичность) -432 часа, сосредоточенно.

4. Промежуточная аттестация в форме зачета (бчас).

5. Качество выполнения работ в соответствии с технологией и (или) требованиям организации, в которой проходила практика

ПК, ОК	Виды работ	Краткая характеристика работ	Выполнил/ не выпол- нил
ПК1 – ПК7  ОК1- ОК10	Изучение правил безопасности труда, пожарной безопасности и электробезопасности.	Изучение инструкций по охране труда и ТБ на предприятии	
	Изучение приборов для ультразвукового контроля, применяемых в организации, в которой проходила практика	Изучение технических характеристик приборов для ультразвукового контроля. Изучение правил эксплуатации ультразвуковых приборов и толщиномеров.	
	Проверка основных параметров и настройки дефектоскопа по стандартным образцам	Настройка глубиномера (задержки в призме, скорости ультразвука) по СО-3, СО-2 или СОП с угловыми отражателями	
	Настройки чувствительности ультразвукового дефектоскопа с помощью настроечного образца	Установка браковочного уровня чувствительности по СОП с угловыми отражателями.	
	Настройка чувствительности с помощью АРД-диаграмм	Настройка чувствительности с помощью АРД диаграммы	
	Настройка чувствительности по ДАС-кривой	Настройка чувствительности по ДАС-кривой	
	Изучение технологии ультразвукового контроля	Изучение нормативных документов, технологических карт ультразвукового контроля, применяемых на объектах контроля организации.	
	Проверка соблюдения условий с применением технических средств контроля для выполнения ультразвукового контроля в соответствии с требованиями нормативных документов организации	Проверка шероховатости объекта контроля (ОК) для УЗК с помощью эталонов шероховатости, маркировка ОК, расчет и измерение ширины зачистки ОК для УЗК	
	Ультразвуковой контроль материалов и сварных соединений	Настройка дефектоскопа и проведение ультразвукового контроля листового металла с дефектами типа «расслоение» Ультразвуковой контроль стыковых соединений по выбранным параметрам эхо-импульсным методом. Ультразвуковой контроль нахлесточных и тавровых соединений соединений Ультразвуковой контроль труб по выбранным параметрам эхо-импульсным методом. Ультразвуковой контроль сварных соединений по выбранным параметрам теневым методом.	
	Настройка ультразвукового толщиномера и измерение толщины различных профилей проката	Настройка толщиномера (скорости ультразвука, калибровка по эталонному образцу), измерение толщины контролируемого объекта.	
Основные виды неисправностей и неполадок в работе дефектоскопов, причины их появления и способы устранения	Изучение основных видов неисправностей и неполадок в работе дефектоскопов, причины их появления и способы устранения		

	Определение вида дефекта и его координат	Определение основных измеряемых характеристик выявленных несплошностей. Определение типа выявленной несплошности по заданным критериям.	
	Правила оформления результатов УЗК	Оформление заключений в соответствии с требованиями НТД, применяемых в организации.	
	Комплексные работы (зачет)	Настройка дефектоскопа, проведение УЗК, определение основных измеряемых характеристик выявленных несплошностей, составление дефектограмм и заключений по результатам УЗК.	

Дата \_\_\_\_

Зам. директора по ПО \_\_\_\_\_

Руководитель практики от техникума \_\_\_\_\_

Руководитель практики от предприятия \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ ./

## 6. Структура контрольно-оценочных материалов для экзамена квалификационного

### I. ПАСПОРТ

#### Назначение:

КОМ предназначен для контроля и оценки результатов освоения профессионального модуля ПМ.02 «Выполнение ультразвукового контроля контролируемого объекта»

#### Профессиональные компетенции:

- ПК 1. Проверять оснащенность, работоспособность, исправность оборудования для ультразвукового контроля
- ПК 2. Осуществлять проверку соблюдения условий для выполнения ультразвукового контроля
- ПК 3. Настраивать амплитудную и временную шкалу ультразвукового прибора
- ПК 4. Настраивать временную регулировку чувствительности, использовать АРД-диаграмму, ДАС-кривую.
- ПК 5. Осуществлять поиск несплошностей эхо-методом и проводить их идентификацию
- ПК 6. Определять амплитуду отраженного от несплошностей эхо-сигнала и измерять условные размеры несплошности.
- ПК 7. Регистрировать и оформлять результаты ультразвукового контроля материалов и сварных соединений

#### Общие компетенции:

- ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
- ОК 2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК 4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 7 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.

## II. ЗАДАНИЕ ДЛЯ ЭКЗАМЕНУЮЩЕГОСЯ. Варианты № 1-15

Внимательно прочитайте задание.

Для выполнения задания Вам можно воспользоваться:

- Ультразвуковым дефектоскопом УД2-140, комплектом пьезопреобразователей, настроечным образцом (СОП), стандартными образцами СО-2, СО-3, комплектом для визуального и измерительного контроля, контактной жидкостью для УЗК.
- НТД по оценке качества сварных соединений.

Время выполнения задания: 2 часа

**Задание.**

1. Произвести настройку дефектоскопа с помощью настроечного образца (СОП)
2. Выполнить ультразвуковой контроль сварного соединения
3. Составить дефектограмму
4. Заполнить протокол УЗК (форма 1.)

Форма 1.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ по результатам ультразвукового контроля Образец №\_\_

Объект контроля	
Материал основного металла	
Способ сварки	
Нормативная документация	
Объем контроля, %	
Параметры контроля	
Уровень качества	
Требования по оценке качества	

Выявленные несплошности

№	Краткое описание несплошности	Координаты несплошности				Условная протяжённость	Оценка допустимости несплошности (допустим / не допустим)
		$l_1 - l_2$	L, мм	h, мм	$\Delta x^*$ , мм	$\Delta L$ , мм	
1							
Число несплошностей на любые 100 мм протяженности сварного соединения:							

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ \_\_\_\_\_  
(годен / не годен)

### III. ПАКЕТ ЭКЗАМЕНАТОРА

#### IIIa. УСЛОВИЯ

Место проведения экзамена – лаборатория испытания материалов и контроля качества сварных швов

Время выполнения задания – 3 часа

**Количество вариантов задания для экзаменуемых – 6.**

#### Литература для обучающегося:

- ГОСТ Р 55724-2013. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
- Технические условия для выполнения ультразвукового контроля сварного соединения
- Новокрещенов, В. В. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Новокрещенов, Р. В. Родякина ; под научной редакцией Н. Н. Прохорова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 274 с

#### IIIб. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Оценивается готовый продукт

#### Подготовленный продукт

#### Критерии оценки практического задания

#### ПМ 03 Контроль качества сварочных работ

1. Ф.И.О. \_\_\_\_\_ группа № \_\_\_\_\_ Специальность 22.02.06. «Сварочное производство»

Компетенции	Показатель оценки результата	Оценка	
		Да	Нет

ПК 1. Проверять оснащенность, работоспособность, исправность оборудования для ультразвукового контроля	Проверка средств контроля и настройка параметров контроля с применением стандартных образцов СО-2, СО-3, настроечного образца (СОП)		
ПК 2. Осуществлять проверку соблюдения условий для выполнения ультразвукового контроля	Проверка подготовки объекта контроля (размера зоны зачистки, шероховатости, наличие разметки) Выбор параметров контроля в соответствии с Технологической картой УЗК		
ПК 3. Настраивать амплитудную и временную шкалу ультразвукового прибора	Установка уровней чувствительности: браковочного, контрольного, поискового. Браковочный уровень (максимально допустимая эквивалентная площадь) определяется в соответствии технологической картой.		
ПК 5. Осуществлять поиск несплошностей эхо-методом и проводить их идентификацию	Выполнение сканирования зоны контроля в соответствии с заданной схемой. Выявление несплошности по результатам данных УЗК;		
ПК 6. Определять амплитуду отраженного от несплошностей эхо-сигнала и измерять условные размеры несплошности.	Определение измеряемых характеристик выявленных несплошностей Оценка качества объекта контроля по результатам ультразвукового контроля		
ПК 7. Регистрировать и оформлять результаты ультразвукового контроля материалов и сварных соединений	Оформление результатов контроля сварных соединений в соответствии с НТД. Составление дефектограммы		

