

**Программа учебного модуля дополнительных профессиональных программ для целей обеспечения потребностей в дополнительном профессиональном образовании персонала и внешних заказчиков ПОО, потребности в повышении квалификации и переподготовке рабочих и служащих на основе технологии проектного обучения**

**1. Название модуля:** Дефекты сварных соединений, способы их устранения».

**2. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение:**  
К освоению программы (модуля) допускаются лица, имеющие/получающие среднее профессиональное образование и/или имеющие/получающие высшее образование.

**3. Цель освоения модуля:** совершенствование у слушателей компетенций и приобретение ими новых компетенций в области сварки.

**4. Форма обучения:** очная/очная с применением дистанционных образовательных технологий.

**5. Описание учебного модуля**

Программа Учебного модуля «Контроль качества сварочных материалов» разработана:

- на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 января 2016 года № 50 (далее - ФГОС),

С учетом:

- профессионального стандарта «Сварщик», утвержденного Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28 ноября 2013 года № 701н.

- стандартов WorldSkills по компетенции «Сварочные технологии».

**5.1. Планируемые результаты обучения:**

В результате изучения Учебного модуля обучающийся должен освоить основной вид деятельности Проведение подготовительных, сборочных

операций перед сваркой, зачистка и контроль сварных швов после сварки и соответствующие ему профессиональные компетенции:

ПК.1 Выявлять дефекты сварных соединений

ПК.2 Устранять дефекты сварных соединений

В результате освоения модуля слушатель должен приобрести знания и умения, необходимые для качественного изменения перечисленных выше профессиональных компетенций. Слушатель должен:

<b>Уметь:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. использовать ручной и механизированный инструмент для зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки;</li><li>2. подготавливать сварочные материалы к сварке;</li><li>3. зачищать швы после сварки;</li><li>4. пользоваться производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения трудовых функций;</li><li>5. <i>Использовать правильные технологии, чтобы обеспечить чистоту сварочного металла (WSR)</i></li><li>6. <i>Сверять выполненные работы с требованиями чертежей, чтобы, по мере необходимости, отразить точность, перпендикулярность и плоскостность (WSR)</i></li><li>7. <i>Распознавать дефекты сварных швов и принимать соответствующие меры по их исправлению (WSR)</i></li><li>8. <u>Контролировать с применением измерительного инструмента сваренные РД сложные и ответственные конструкции на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке (профстандарт «Сварщик»)</u></li></ol>
<b>Знать:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения);</li><li>2. необходимость проведения подогрева при сварке;</li><li>3. основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах;</li><li>4. влияние основных параметров режима и пространственного положения при сварке на формирование сварного шва;</li><li>5. основные типы, конструктивные элементы разделки кромок;</li><li>6. основные правила чтения технологической документации;</li></ol>

	<p>7. типы дефектов сварного шва;</p> <p>8. методы неразрушающего контроля;</p> <p>9. причины возникновения и меры предупреждения видимых дефектов;</p> <p>10. способы устранения дефектов сварных швов;</p> <p>11. правила хранения и транспортировки сварочных материалов.</p> <p><i>12. международные спецификации для контроля качества сварного шва (WSR)</i></p> <p><i>13. важность чистоты сварочного металла для качества сварки (WSR)</i></p> <p><i>14. перечень разрушающих и неразрушающих испытаний (WSR)</i></p>
--	---

### 5.2. Учебный план

№ п/п	Наименование раздела <sup>1</sup>	Всего, час	Аудиторные занятия, час.		Занятия с использованием ДОТ и ЭО, час		СРС/проектная работа, час.	Форма аттестации по модулю
			из них		из них			
			теоретические занятия	практические занятия	теоретические занятия	практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Группы дефектов сварных соединений, в соответствии с нормативной документацией	10	2	6	2	-	-	Зачет
2.	Причины возникновения дефектов сварных соединений, способы их устранения	10	2	6	2	-	-	Зачет
3.	Методы выявления дефектов сварных соединений	10	2	6	2	-	-	Зачет
Аттестация по модулю <sup>2</sup>		6						
Всего:		36	6	18	6	-	-	

### 5.3. Календарный учебный график

<sup>1</sup> В учебном плане указываются основные содержательные блоки (темы, разделы) модуля, общее количество часов и разбивка их по видам работ.

<sup>2</sup> Зачёт или экзамен

Наименование разделов	Объем нагрузки, ч.	Учебные дни (недели, месяцы) <sup>3</sup>								
		День 1	День 2	День 3	День 4	День 5	День 6	День 7	День 8	День 9
Раздел 1. Группы дефектов сварных соединений, в соответствии с нормативной документацией	10	4	4	2						
Раздел 2. Причины возникновения дефектов сварных соединений, способы их устранения	10			2	4	4				
Раздел 3. Методы выявления дефектов сварных соединений	10						4	4	2	
Аттестация по модулю	6								2	4

## 6. Учебно-методическое обеспечение модуля

### 6.1. Формы текущего контроля успеваемости и аттестации по модулю:

Наименование раздела	Форма текущего контроля успеваемости и аттестации по модулю	Шкала оценки (баллы, «зачтено» / «не зачтено»)	Критерии оценивания
Раздел 1. Группы дефектов сварных соединений, в соответствии с нормативной документацией	Тест Практико-ориентированное задание	Максимальная оценка – 100 баллов 70-100 баллов – «зачтено» 0-69 баллов «не зачтено»	Оценка «5» - обучающийся показывает глубокие теоретические знания, применяет их при выполнении практического задания, владеет терминологией, анализирует, делает выводы Оценка «4» - обучающийся показывает глубокие теоретические знания, применяет их при выполнении практического задания, владеет терминологией, анализирует, делает выводы, но в допущенных ответах имеется 1-2 неточности, опечатки (оговорки) или ошибки
Раздел 2. Причины возникновения дефектов сварных соединений, способы их устранения	Тест Практико-ориентированное задание	Максимальная оценка – 100 баллов 70-100 баллов – «зачтено» 0-69 баллов «не зачтено»	Оценка «3» - обучающийся показывает недостаточные теоретические знания, не способен применить их при выполнении практического задания, слабо владеет терминологией, не владеет методикой анализа данных, не умеет обобщать и делать выводы
Раздел 3. Методы выявления дефектов сварных соединений	Тест Практико-ориентированное задание	Максимальная оценка – 100 баллов 70-100 баллов – «зачтено» 0-69 баллов «не зачтено»	

<sup>3</sup> Даты обучения будут определены в расписании занятий при наборе группы на обучение.

## **6.2. Примеры оценочных материалов для текущего контроля успеваемости и аттестации по модулю (примеры оценочных материалов, примеры решений, требования к содержанию заданий):**

**Практическая работа №1** Визуальный и измерительный контроль сварных швов. Контрольно-измерительные инструменты для ВИК. Выявление дефектов сварных соединений и определение причин их возникновения.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** Изучить методику проведения ВИК, научиться выявлять дефекты сварных соединений идентифицировать их по ГОСТ.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** Методические указания по выполнению практической работы.

### **ХОД РАБОТЫ**

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Описать назначение ВИК, указать для каких групп дефектов он проводится
3. Заполнить таблицы
4. Ответить на контрольные вопросы

### **Теоретические сведения**

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений (сокращенно ВИК) - это метод контроля качества, выполняемый с помощью визуального осмотра либо с применением простейших измерительных инструментов. С помощью визуального осмотра выявляются крупные дефекты, а с помощью инструментов выявляются мелкие дефекты, сразу незаметные глазу.

Чемодан контролера состоит из большого количества разнообразных инструментов контроля качества. Все инструменты могут иметь разное предназначение: одни используются в цехах при нормальной температуре, а другие призваны для работы в полевых условиях. На картинке (рис. 1) представлен набор для выполнения визуально-измерительного контроля ВИК-1 в состав которого входят: универсальный шаблон сварщика УШС-3, маркер по металлу, фонарь миниатюрный, линейка металлическая, лупы с двукратным и шестикратным увеличением, лупа измерительная с десятикратным увеличением, рулетка, зеркало поворотное, штангенциркуль, угольник поверочный, набор щупов, наборы радиусных шаблонов от 1 до 6 и от 7 до 25 мм. Также каждый набор оснащается сумкой и сопровождается инструкцией для проведения ВИК.



Рис. 1. Набор для визуально-измерительного контроля ВИК-1

Дефекты при сварке металлов плавлением образуются вследствие нарушения требований нормативных документов к сварочным материалам, подготовке, сборке и сварке соединяемых элементов, термической и механической обработке сварных соединений и конструкции в целом.

В соответствии с ГОСТ 30242-97 «Дефекты соединений при сварке металлов плавлением», все дефекты при сварке плавлением делят на шесть групп:

- 1 — трещины;
- 2 — полости, поры;
- 3 — твердые включения;
- 4 — несплавления и непровары;
- 5 — нарушение формы шва;
- 6 — прочие дефекты, не включенные в вышеперечисленные группы.

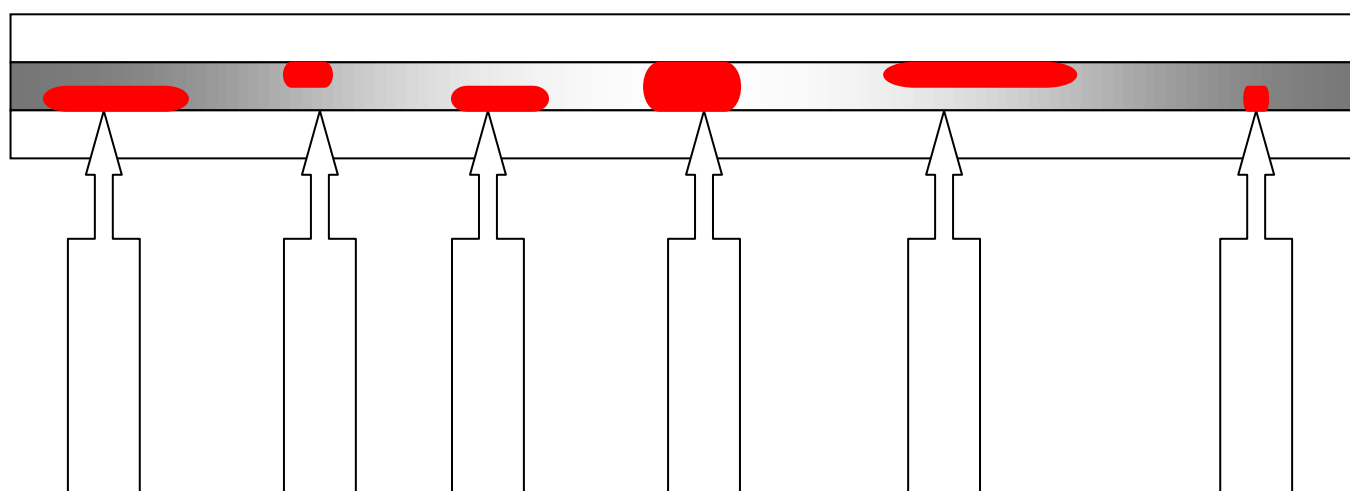


Рис. 2. Дефектограмма сварного соединения

Используя ГОСТ 30242 – 97 становится возможным составить дефектограмму сварного соединения. Например:

- на участке 1 обнаружен непровар длиной 30 мм;
- на участке 2 обнаружен наплыв металла длиной 22 мм;
- на участке 3 обнаружены шлаковые включения длиной 15 мм;
- на участке 4 обнаружено скопление пор длиной 20 мм;
- на участке 5 обнаружена продольная трещина в зоне термического влияния длиной 34 мм;
- на участке 6 обнаружен кратер в конце валика сварного шва длиной 7 мм.

### Контрольные вопросы.

1. Для чего проводят визуально-измерительный контроль сварных швов?
2. Назовите основные причины образования дефектов при сварке.
3. Укажите группы дефектов в соответствии с ГОСТ 30242-97, приведите примеры (2-3 примера для каждой группы).
4. Заполните таблицу (по рис. 1)

Порядковый номер на рисунке	Наименование инструмента (приспособления)	Назначение
1		
2		
И т.д.		

5. Изучите ГОСТ 30242-97 «Дефекты соединений при сварке металлов плавлением». Зарисуйте в тетради схему сварного шва с выявленными дефектами. Составьте дефектограмму сварного соединения, используя цифровое обозначение дефекта (вместо цифр 1-6 укажите коды дефектов).

6. Заполните таблицу (по рис. 2)

Код дефекта по ГОСТ 30242-97	Наименование дефекта	Возможные причины появления	Способ устранения

### Критерии оценки

Задание 1.	Описано назначение ВИК, инструменты для ВИК	<b>4 балла</b>
	В описании имеются незначительные замечания, неточности	<b>2 балла</b>
	Вопрос не раскрыт или описание отсутствует	<b>0 баллов</b>
Задание 2.	Заполнены обе таблицы	<b>4 балла</b>
	При заполнении таблиц допущены неточности	<b>2 балла</b>
	Таблицы заполнены не полностью или отсутствуют	<b>0 баллов</b>
Задание 3.	Даны ответы на контрольные вопросы	<b>4 балла</b>
	В ответах на вопросы имеются неточности, ответ не полон	<b>2 балла</b>
	В ответах грубые ошибки, задание не выполнено	<b>0 баллов</b>
<b>Итого</b>	<b>12 – 11 баллов – оценка «5»</b> <b>10 – 9 баллов – оценка «4»</b> <b>8 – 6 баллов – оценка «3»</b> <b>Менее 6 баллов – оценка «2»</b>	<b>12 баллов</b>

### Практическая работа № 2 Способы устранения дефектов сварных швов в сварных конструкциях

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить методы устранения дефектов сварных швов.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** методические указания по выполнению практической работы, конспект

## ХОД РАБОТЫ

1. Изучить виды дефектов и методы устранения дефектов
2. Заполнить таблицу

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

### 1. Дефекты сварных соединений

В силу разных причин сварные соединения могут иметь дефекты, влияющие на их прочность. Все виды дефектов швов подразделяют на три группы:

- наружные, к ним относятся: трещины, подрезы, наплывы, кратеры;
- внутренние, среди них чаще всего встречаются: пористость, непровары и посторонние включения;
- сквозные - трещины, прожоги.

Причинами возникновения дефектов могут быть различные обстоятельства: низкое качество свариваемого металла, неисправное или некачественное оборудование, неверный выбор сварочных материалов, нарушение технологии сварки или неправильный выбор режима, недостаточная квалификация сварщика.

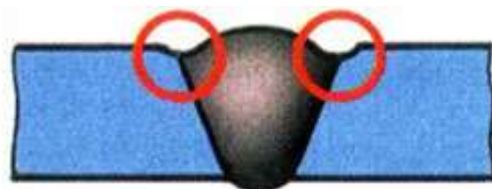
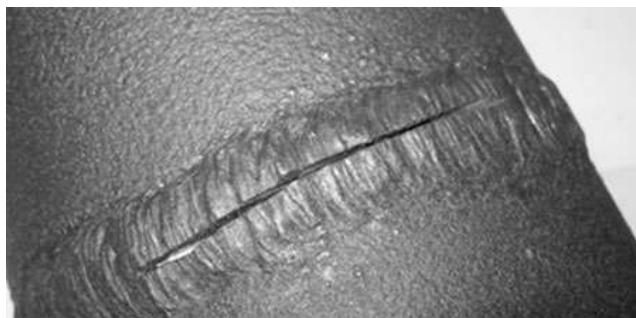
**Трещины.** Это наиболее опасные дефекты сварки, способные привести к практически мгновенному разрушению сваренных конструкций с самыми трагическими последствиями. Трещины различаются по размерам (микро- и макротрещины) и времени возникновения (в процессе сварки или после нее).

Чаще всего причиной образования трещин является несоблюдение технологии сварки (например, неправильное расположение швов, приводящее к возникновению концентрации напряжения), неверный выбор сварочных материалов, резкое охлаждение конструкции. Способствует их возникновению также повышенное содержание в шве углерода и различных примесей - кремния, никеля, серы, водорода, фосфора.

Исправление трещины заключается в рассверливании ее начала и конца, с целью исключения дальнейшего распространения, удалении шва (вырубанию или вырезанию) и заваривании.

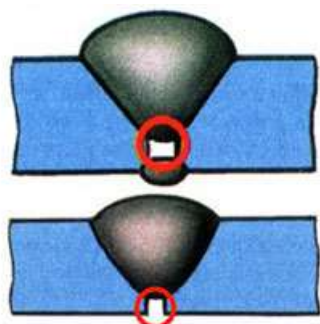
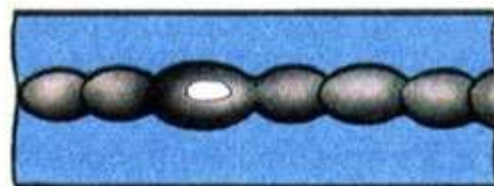
**Подрезы.** Подрезы - это углубления (канавки) в месте перехода "основной металл-сварной шов". Подрезы встречаются довольно часто. Их отрицательное действие выражается в уменьшении сечения шва и возникновении очага концентрации напряжения. И то и другое ослабляет шов. Подрезы возникают из-за повышенной величины сварочного тока. Чаще всего этот дефект образуется в горизонтальных швах. Устраняют его наплавкой тонкого шва по линии подреза.

**Наплывы.** Наплывы возникают, когда расплавленный металл натекает на основной, но не образует с ним гомогенного соединения. Дефект шва возникает по разным причинам - при недостаточном прогреве основного металла вследствие малого тока, из-за наличия окалины на свариваемых кромках, препятствующей сплавлению, излишнего количества присадочного материала. Устраняются наплывы срезанием с проверкой наличия непровара в этом месте.





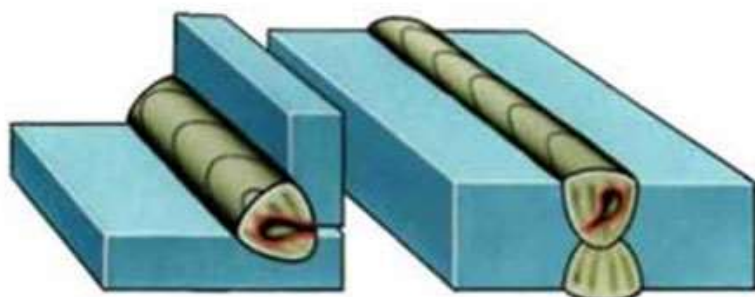
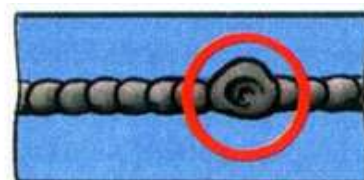
**Прожоги.** Прожогами называют дефекты сварки, проявляющиеся в сквозном проплавлении и вытекании жидкого металла через сквозное отверстие в шве. При этом обычно с другой стороны образуется натек. Прожоги возникают из-за чрезмерно высокого сварочного тока, недостаточной скорости перемещения электрода, большого зазора между кромками металла, слишком малой толщины подкладки или ее неплотного прилегания к основному металлу. Исправляют дефект зачисткой и последующей заваркой.



**Непровар.** Непровары - это локальные несплавления наплавленного металла с основным, или слоев шва между собой. К этому дефекту относят и незаполнение сечения шва. Непровары существенно снижают прочность шва и могут явиться причиной разрушения конструкции.

Дефект возникает из-за заниженного сварочного тока, неправильной подготовки кромок, излишне высокой скорости сварки, наличия на кромках свариваемых деталей посторонних веществ (окалины, ржавчины, шлака) и загрязнений. При исправлении нужно вырезать зону непровара и заварить её.

**Кратеры.** Это дефекты в виде углубления, возникающего в результате обрыва сварочной дуги. Кратеры снижают прочность шва из-за уменьшения его сечения. В них могут находиться усадочные рыхлости, способствующие образованию трещин. Кратеры надлежит вырезать до основного металла и заварить.



**Свищи.** Свищами называют дефекты швов в виде полости. Как и кратеры, они уменьшают прочность шва и способствуют развитию трещин. Способ исправления обычный - вырезка дефектного места и заварка.

**Посторонние включения.** Включения могут состоять из различных веществ - шлака, вольфрама, окислов металлов и пр. Шлаковые включения образуются тогда, когда шлак не успевает всплыть на поверхность металла и остается внутри него. Это происходит при неправильном режиме сварки (завышенной скорости, например), плохой зачистке свариваемого металла или предыдущего слоя при многослойной сварке.



Вольфрамовые включения возникают при сварке вольфрамовым электродом, окисные - из-за плохой растворимости окислов и чрезмерно быстрого охлаждения.

Все виды включений уменьшают сечение шва и образуют очаг концентрации напряжения, снижая тем самым прочность соединения. Дефект устраняют вырезкой и завариванием.

**Пористость.** Пористость - это полости, заполненные газами. Они возникают из-за интенсивного газообразования внутри металла, при котором газовые пузырьки остаются в металле после его затвердевания. Размеры пор могут быть



микроскопическими или достигают нескольких миллиметров. Нередко возникает целое скопление пор в сочетании со свищами и раковинами.

Возникновению пор способствует наличие загрязнений и посторонних веществ на поверхности свариваемого металла, высокое содержание углерода в присадочном материале и основном металле, слишком высокая скорость сварки, из-за которой газы не успевают выйти наружу, повышенная влажность электродов. Как и прочие дефекты, пористость снижет прочность сварного шва. Зону с ней необходимо вырезать до основного металла и заварить.

**Перегрев и пережог металла.** Пережог и перегрев возникают из-за чрезмерно большого сварочного тока или малой скорости сварки. При перегреве размеры зерен металла в шве и околошовной зоне увеличиваются, в результате чего снижаются прочностные характеристики сварного соединения, главным образом - ударная вязкость. Перегрев устраняется термической обработкой изделия.

Пережог представляет собой более опасный дефект, чем перегрев. Пережженный металл становится хрупким из-за наличия окисленных зерен, обладающих малым взаимным сцеплением. Причины пережога те же самые, что и перегрева, а кроме этого еще и недостаточная защита расплавленного металла от азота и кислорода воздуха. Пережженный металл необходимо полностью вырезать и заварить это место заново.



<i>Наименование дефекта сварного соединения</i>	<i>Схематическое изображение</i>	<i>Причины возникновения</i>	<i>Способы устранения</i>
1. Трещины			
2. Подрезы			
3. Наплывы			
4. Прожоги			
5. Непровар			
6. Кратеры			
7. Свищи			
8. Посторонние включения			
9. Пористость			
10. Перегрев и пережог металла			

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие из описанных дефектов являются наиболее опасными?
2. Какие дефекты происходят из-за недостаточной квалификации сварщика?
3. Какие дефекты невозможно устранить.

#### КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Задание 1.	Описаны все дефекты сварных швов	<b>4 балла</b>
	В описании имеются неточности	<b>2 балла</b>
	В описании имеются грубые ошибки или задание не выполнено	<b>0 баллов</b>
Задание 2.	Таблица заполнена аккуратно без ошибок и замечаний	<b>4 балла</b>
	В заполнении таблицы имеются неточности	<b>2 балла</b>
	Таблица не заполнена или имеются грубые ошибки	<b>0 баллов</b>
Задание 3.	Даны ответы на контрольные вопросы	<b>4 балла</b>
	В ответах на вопросы имеются неточности, ответ не полон	<b>2 балла</b>
	В ответах грубые ошибки, задание не выполнено	<b>0 баллов</b>
<b>Итого</b>	<b>12 – 11 баллов – оценка «5»</b>	<b>12 баллов</b>
	<b>10 – 9 баллов – оценка «4»</b>	

	<b>8– 6 баллов – оценка «3»</b> <b>Менее 6 баллов – оценка «2»</b>	
--	---	--

## **7. Оценка качества освоения модуля:**

### **7.1. Список литературы**

1. Овчинников В.В. Современные материалы для сварных конструкций. Учебник для студентов учреждений СПО, М.: Академия, 2016. – 304с.
2. Овчинников В.В. Современные виды сварки. Учебник для студентов учреждений СПО, М.: Академия, 2016. – 208с.
3. Овчинников В.В. Охрана труда при производстве сварочных работ. Учебник для студентов учреждений СПО, М.: Академия, 2016. – 64с.
4. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. Учебник для студентов учреждений СПО, М.: Академия, 2016. – 208с.
5. Овчинников В.В. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений. Учебник для студентов учреждений СПО, М.: Академия, 2017. – 224с.
6. Покровский Б.С. Основы слесарных и сборочных работ. Учебник для студентов учреждений СПО, М.: Академия, 2017. – 208с.

### **7.2. Информационные ресурсы:**

[www.weldering.com](http://www.weldering.com)  
[www.svarka.net](http://www.svarka.net)  
[www.svarka-reska.ru](http://www.svarka-reska.ru)  
[www.prosvarky.ru](http://www.prosvarky.ru)  
[websvarka.ru](http://websvarka.ru)  
[www.svarka-lib.com](http://www.svarka-lib.com)

### **7.3. Нормативные документы:**

1. ГОСТ 2.312-72 Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.
2. ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определение основных понятий.
3. ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества.
4. ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод.
5. ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
6. ГОСТ 20415-82 Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие положения.
7. ГОСТ 20426-82 Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения.