

## **Уважаемые студенты!**

Задание:

1. Повторите теоретический материал по ранее изученной теме.
2. Ознакомьтесь с порядком проведения практической работы.
3. Выполните приведенную далее практическую работу в письменном виде в соответствии с вариантом задания (согласно списочному составу студентов в журнале).
4. Выполните приведенные далее расчеты.
5. Письменный отчет по практической работе в виде фото предоставьте преподавателю на e-mail ([tamara\\_grechko@mail.ru](mailto:tamara_grechko@mail.ru)).

**Обратите внимание!!!** В случае возникновения вопросов по практическому материалу обращайтесь для консультации к преподавателю по тел. 0721355729 (Ватсап).

С уважением, Гречко Тамара Ивановна!

## **Практическая работа**

**Тема:** Определение дефектов сварных швов

**Цели:**

1. Изучить виды дефектов возникающих при сварке
2. Ознакомиться с методами определения и устранения дефектов

**Порядок выполнения:**

1. Ознакомиться с теоретическим материалом
2. Изучить факторы, влияющие на качество сварных соединений
3. Зарисовать таблицу «Дефекты сварных швов и их причины»
4. Установить соответствие между изображением и видом дефекта шва
5. Ответить на контрольные вопросы

## **Теоретические сведения**

- 1. Дефекты сварных соединений и причины их возникновения**



Рисунок 1 - Факторы, влияющие на качество сварных соединений

Все виды дефектов швов подразделяют на три группы:

- наружные, к основным из которых относятся: трещины, подрезы, наплывы, кратеры;
- внутренние, среди которых 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.

## 2. Основные дефекты сварки

**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.

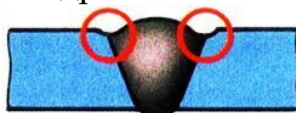


Рисунок 2 - Подрезы сварного шва

**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.

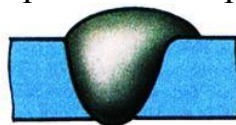


Рисунок 3 - Наплыв сварного шва

**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.

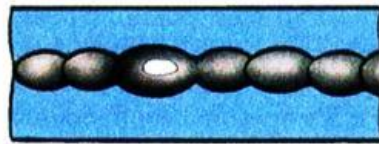


Рисунок 4 - Прожог сварного соединения

**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.

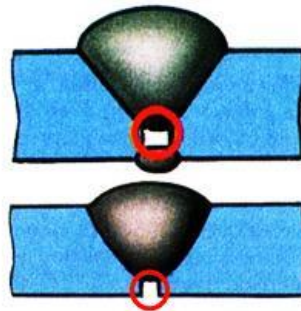


Рисунок 5 - Незаполнение и непровар шва

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.

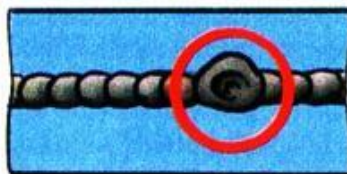


Рисунок 6 - Кратер сварочного шва

**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.



Рисунок 7 - Свищи сварных швов

**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.



Рисунок 8 - Посторонние включения сварного соединения

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 достигать нескольких миллиметров. Нередко возникает целое скопление пор в сочетании со свищами и раковинами.



Рисунок 9 - Пористость в сварном шве

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 снижает 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.



Рисунок 10 - Пережог металла шва

#### Классификация сварных дефектов

- Раздельные
- Групповые;
- Расположенные в картере;
- Микротрещины, которые не видны невооруженным глазом.

#### 1. Методы контроля

Для определения, какие именно дефекты присутствуют, а также какие размеры они имеют, чтобы узнать, входят ли они в допустимый диапазон, используют дефектоскопию сварных швов. Существуют следующие методы:

- Визуальный – простая процедура осмотра, во время которой могут применяться увеличительные приборы. Он применяется практически постоянно, вне зависимости от последующих способов контроля.
- Цветная дефектоскопия – проверяет наличие микротрещин. Принцип действия основан на проникающих свойствах жидкости для этого применяются свертхтекучие материалы, такие как керосин. На обратной стороне помещается материал, меняющий цвет при контакте с керосином.
- Магнитный метод – основан на принципе распределения электромагнитных волн. Во время прохождения через неравномерную поверхность волны искажаются.
- Ультразвуковой метод – один из самых распространенных. Для него применяются переносные. Метод основан на отражении звуковых волн от поверхности.
- Радиационный метод – здесь применяется просвечивание рентгеновскими и гамма лучами. В итоге можно получить снимок дефекта, где будут видны все его детали.


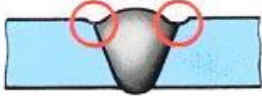

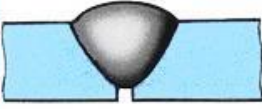

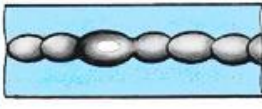

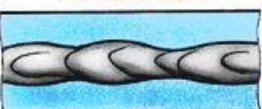




НАИМЕНОВАНИЕ	ПРИЧИНА	НАИМЕНОВАНИЕ	ПРИЧИНА
<p><b>КРАТЕРЫ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Обрыв дуги</li> <li>- Неправильное выполнение конечного участка шва</li> </ul>	<p><b>ПОДРЕЗЫ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Большой сварочный ток</li> <li>- Длинная дуга</li> <li>- При сварке угловых швов - смещение электрода в сторону вертикальной стенки</li> </ul>
<p><b>ПОРЫ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Быстрое охлаждение шва</li> <li>- Загрязнение кромок маслом, ржавчиной и т.п.</li> <li>- Непросушенные электроды</li> <li>- Высокая скорость сварки</li> </ul>	<p><b>НЕПРОВАР</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Малый угол скоса вертикальных кромок</li> <li>- Малый зазор между ними</li> <li>- Загрязнение кромок</li> <li>- Недостаточный сварочный ток</li> <li>- Завышенная скорость сварки</li> </ul>
<p><b>ВКЛЮЧЕНИЯ ШЛАКА</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Грязь на кромках</li> <li>- Малый сварочный ток</li> <li>- Большая скорость сварки</li> </ul>	<p><b>ПРОЖОГ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Большой ток при малой скорости сварки</li> <li>- Большой зазор между крошками</li> <li>- Под свариваемый шов плохо поджата флюсовая подушка или медная подкладка</li> </ul>
<p><b>НЕСПЛАВЛЕНИЯ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Плохая зачистка кромок</li> <li>- Большая длина дуги</li> <li>- Недостаточный сварочный ток</li> <li>- Большая скорость сварки</li> </ul>	<p><b>НЕРАВНОМЕРНАЯ ФОРМА ШВА</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Неустойчивый режим сварки</li> <li>- Неточное направление электрода</li> </ul>
<p><b>НАПЛИВ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Большой сварочный ток</li> <li>- Неправильный наклон электрода</li> <li>- Излишне длинная дуга</li> </ul>	<p><b>ТРЕЩИНЫ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Резкое охлаждение конструкции</li> <li>- Высокие напряжения в жестко закрепленных конструкциях</li> <li>- Повышенное содержание серы или фосфора</li> </ul>
<p><b>СВИЩИ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Низкая пластичность металла шва</li> <li>- Образование закалочных структур</li> <li>- Напряжение от неравномерного нагрева</li> </ul>	<p><b>ПЕРЕГРЕВ (ПЕРЕЖОГ) МЕТАЛЛА</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Чрезмерный нагрев околошовной зоны</li> <li>- Неправильный выбор тепловой мощности</li> <li>- Завышенные значения мощности пламени или сварочного тока</li> </ul>

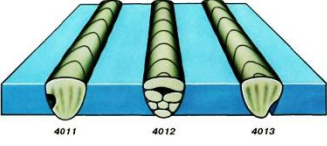
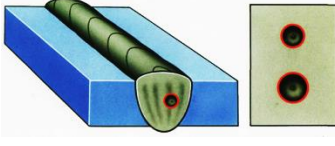
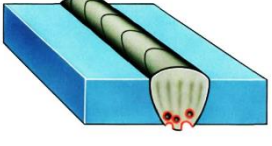
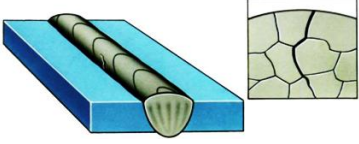

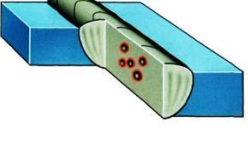
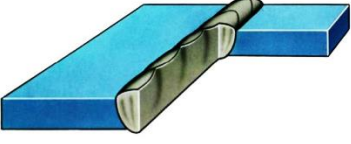
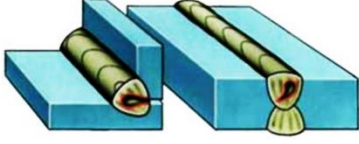

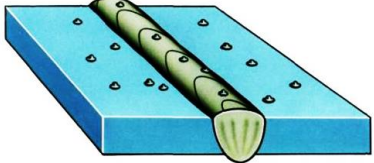
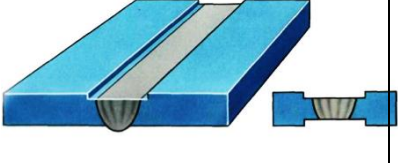
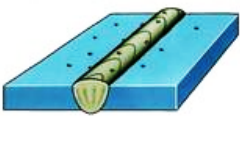
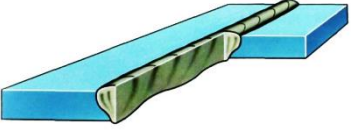
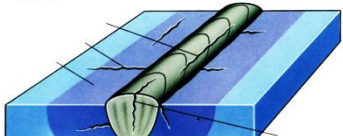
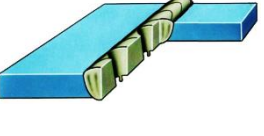
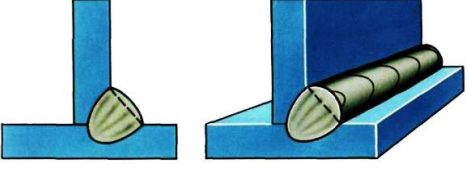
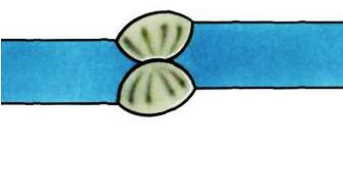
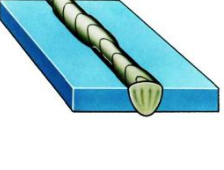
Рис.11 Причины возникновения дефектов сварных швов

### Задание практической работы

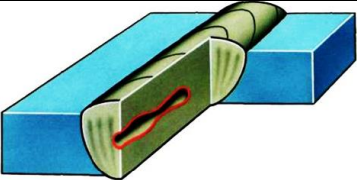
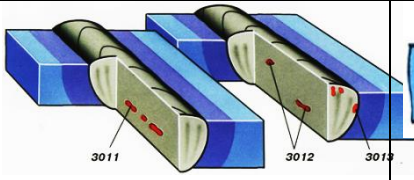
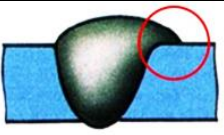
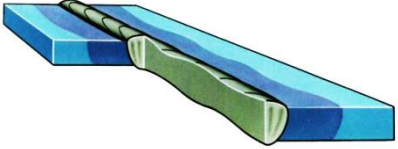
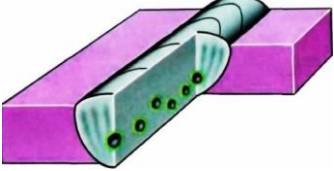
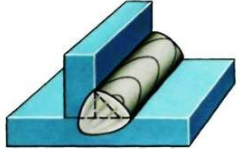
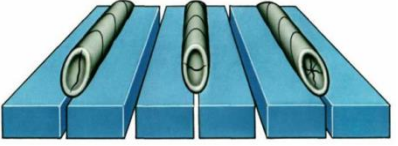

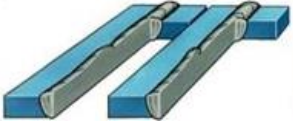
Установить соответствие между изображением (рис.1 - рис.27) и видом дефекта сварного шва (цифры от 1 до 27).

Результаты оформить в виде таблицы

## Внешний вид дефектов сварных швов

Рис.1	Рис.2	Рис.3
		
Рис.4	Рис.5	Рис.6
		
Рис.7	Рис.8	Рис.9
		
Рис.10	Рис.11	Рис.12
		
Рис.13	Рис.14	Рис.15
		
Рис.16	Рис.17	Рис.18
		
Рис.19	Рис.20	Рис.21



		
Рис.22	Рис.23	Рис.24
		
Рис.25	Рис.26	Рис.27
		

### Наименование дефектов сварных швов

1. Наплыв
2. Свищ
3. Микротрещина
4. Неравномерная ширина сварного шва
5. Прожог
6. Подрез
7. Шлаковое включение
8. Газовая пора
9. Неровная поверхность шва
10. Кратер сварного шва
11. Продолговатая газовая полость
12. Утонение металла шва
13. Вольфрамовые брызги
14. Трещина в кратере
15. Местное превышение проплава
16. Полости в сварном шве
17. Скопление пор
18. Возобновление шва
19. Нарушение формы
20. Асимметрия сварного шва (один катет значительно больше другого)
21. Превышение выпуклости углового шва
22. Линейное смещение(депланация свариваемых листов)
23. Брызги металла
24. Непровар
25. Усадочная канавка
26. Пористость в корне сварного шва
27. Трещины

### Таблица результатов практической работы

Ответы

Рис.	Рис.1	Рис.2	Рис.3	Рис.4	Рис.5	Рис.6	Рис.7	Рис.8	Рис.9
1-9									
Рис.	Рис.10	Рис.11	Рис.12	Рис.13	Рис.14	Рис.15	Рис.16	Рис.17	Рис.18
10-18									
Рис.	Рис.19	Рис.20	Рис.21	Рис.22	Рис.23	Рис.24	Рис.25	Рис.26	Рис.27
19-27									

***Контрольные вопросы:***

1. По каким причинам возникают дефекты сварных швов?
2. На какие группы подразделяются дефекты?
3. Какие дефекты сварных швов можно исправить?
4. Какие дефекты сварных швов приводят к браку?
5. Какие Вы знаете методы контроля качества сварных швов?
6. В чем отличие перегрева от пережога?
7. Почему микротрещины металла сварного шва более опасны, чем макротрещины?
8. К каким дефектам сварного шва приводит наличие загрязнений на поверхности свариваемого металла?