

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра обработки металлов давлением и сварки

УТВЕРЖДАЮ
Директор института технологий
и инженерной механики

Могильная Е.П.
«25» 02 2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

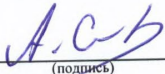
**«Теоретические основы соединения разнородных и неметаллических
материалов»**

15.04.01 Машиностроение

«Оборудование и технология сварочного производства»

Разработчик:
доцент, к.т.н.  А.В. Каленская

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры обработки металлов
давлением и сварки
от «25» 02 2025 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой  А.А. Стоянов
(подпись)

Луганск 2025

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Теоретические основы соединения разнородных
и неметаллических материалов»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

1. Выберите один правильный ответ.

Сварку высоколегированных сталей для снижения вероятности формирования структуры перегрева, как правило:

А) выполняют на режимах, характеризующихся малой величиной погонной энергии

Б) выполняют на режимах, характеризующихся большой величиной погонной энергии

В) выполняют на режимах, характеризующихся постоянной величиной погонной энергии

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. Выберите один правильный ответ.

Мелкозернистые или порошковые неметаллические материалы, обладающие очень высокой твёрдостью, называются:

А) стеклом

Б) пластмассой

В) абразивом

Г) керамикой

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-2

3. Выберите один правильный ответ.

Композиционными называют материалы, которые полученные:

А) из трех компонентов и состоящие из двух фаз

Б) из четырех компонентов и состоящие из двух фаз

В) из двух или более компонентов и состоящие из двух или более фаз

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-2

4. Выберите один правильный ответ.

Как производят сварку ферритных сталей?

А) выполняют с предварительным подогревом до температуры 300-400 °С и последующим, после сварки отпуском

Б) выполняют без предварительного подогрева и последующим, после сварки низким отпуском

В) выполняют с предварительным подогревом до температуры 300-400 °С, отпуском

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-2

5. Выберите один правильный ответ.

Требуется ли исправление дефектов в сварных изделиях из разнородных материалов, например, выполненных из трудносвариваемых сочетаний металлов, как ниобий-сталь, ванадий-сталь, ниобий-никель...

А) исправление дефектов в швах не рекомендуется

Б) исправление дефектов в швах возможно частичное

В) исправление дефектов в швах возможно после термической обработки

Г) все выше перечисленные

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-2

6. Выберите один правильный ответ.

Как в сварном шве образуются горячие трещины?

А) В процессе охлаждения металла при температуре 500-700 градусов Цельсия, вследствие резкого снижения пластических свойств и развития растягивающих напряжений

Б) В процессе затвердевания и охлаждения металла при температуре 1100-1300 градусов Цельсия, вследствие резкого снижения пластических свойств и развития растягивающих напряжений

В) В процессе затвердевания и охлаждения металла при температуре 1500-1650 градусов Цельсия, вследствие резкого снижения пластических свойств и развития сжимающих напряжений

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-2

Задания закрытого типа на установление соответствия

1. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Понятие	Определение
1) Физическая неоднородность	А) Фазово-структурная неоднородность выражается в формировании в переходной зоне сварного шва новых структурных составляющих, которые отсутствуют в сталях до их сварки. Это связано с неравномерным нагревом локальных зон в пределах контактирующих поверхностей, различной интенсивностью процессов

- механического перемешивания и диффузии
- | | | | |
|----|--|----|--|
| 2) | Химическая
неоднородность | Б) | проявляется в виде полей собственных напряжений, которые возникают при сварке сталей разных структурных классов с различными коэффициентами температурного расширения. Эти напряжения нельзя снять термической обработкой |
| 3) | Фазово-
структурная
неоднородность | В) | возникает из-за появления низкопрочных и непластичных кристаллизационных и деформационных прослоек переменного состава, а также из-за различного уровня остаточных напряжений у сваренных кромок. Всё это приводит к тому, что сварное соединение становится механически неоднородным |
| 4) | Механическая
неоднородность | Г) | возникает из-за перемешивания электродного и основного металлов в металле шва из сталей разного легирования или разных структурных классов. В результате образуются прослойки переменного состава, которые особенно чётко выражены на линии сплавления. Степень проявления химической неоднородности зависит от химических составов основных и электродных материалов, долей участия сталей в шве и степени проплавления стыкуемых кромок, то есть от режимов сварки и типов соединений, техники выполнения швов и прочего |

Правильный ответ: 1-Б, 2-Г, 3-А, 4-В

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

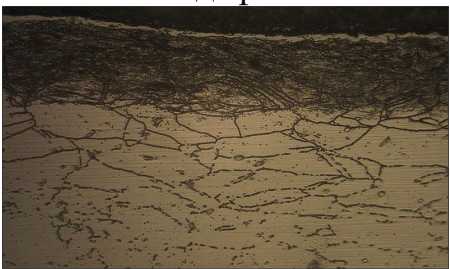
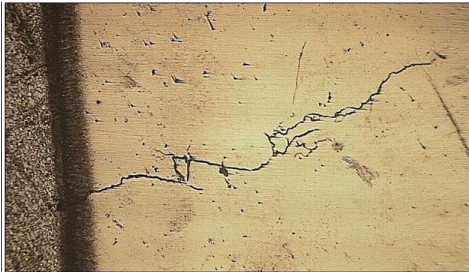
- | Понятие | Определение |
|---|---|
| 1) Вырезание образцов | А) Они обеспечивают проверку качества, надёжности и безопасности объектов без разрушения. После такого контроля продукция может использоваться по прямому назначению и, во многих случаях, без остановки работы объекта |
| 2) Выполнение выступа. | Б) Из зоны припуска на концах трубы вырезают образцы в виде узких колец, которые подвергают испытаниям. По результатам испытаний судят о качестве соединения |
| 3) Использование неразрушающих методов контроля | В) Этот неразрушающий метод контроля основан на регистрации волн напряжений. Измерение параметров этих волн позволяет обнаружить развивающиеся дефекты, определять их местонахождение, степень опасности и ресурс |

- 4) Применение метода акустической эмиссии Г) работоспособности изделий
- В зоне припуска на одном из материалов делают выступ, а примыкающую к нему зону припуска с частью соединения выполняют в виде кольца. Ось кольца совпадает с осью заготовки. К выступу прикладывают нагрузку для разрушения части сварного соединения, расположенной в зоне припуска. По величине нагрузки судят о качестве соединения

Правильный ответ: 1-Б, 2-Г, 3-А, 4-В

Компетенции (индикаторы): ПК-2

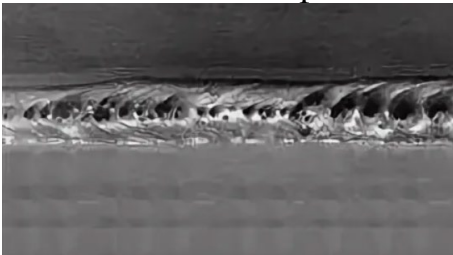
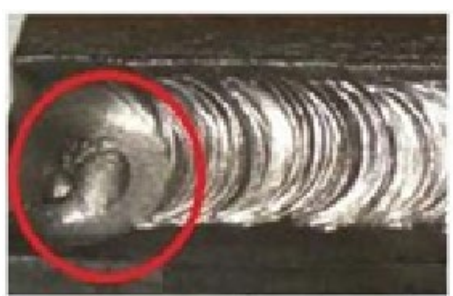
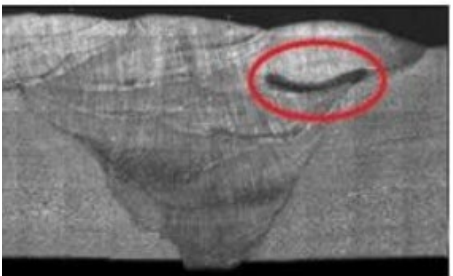
3. Установите соответствие между фото дефектов структуры шва при сварке разнородных сталей и их наименованием.

- | | Фото дефекта | Наименование дефекта |
|----|---|--|
| 1) |  | А) Горячая трещина |
| 2) |  | Б) Карбидомартенситная гряда в аустенитном шве |
| 3) |  | В) Обезуглероженная прослойка в ферритоперлитной стали |

Правильный ответ: 1-Б, 2-В, 3-А

Компетенции (индикаторы): ПК-2

4. Установите соответствие между фото дефектов сварных швов и их наименованием.

	Фото дефекта	Наименование дефекта
1)		А) Свищ в шве, выполненном автоматической дуговой сваркой под флюсом
2)		Б) Кратеры при ручной дуговой сварке
3)		В) поверхностная пористость
4)		Г) отсутствие проплавления роликов
5)		Д) прерывистые подрезы

Правильный ответ: 1-В, 2-А, 3-Б, 4-Д, 5-Г
Компетенции (индикаторы): ПК-2

5. Установите соответствие между классификацией сталей, применяемых в сварных соединениях разнородных сталей и их характеристикой.

Класс	Характеристика
1) Перлитные	А) Коррозионно-стойкие (12X18H10T, 10X17H13M3T), аустенитные

- | | |
|---|--|
| | жаропрочные (X15H35BT, 20X25H20C2),
аустенитные коррозионно-стойкие и
криогенные (X18H20, X13AG19,
06X23H28M3Д3Т), жаропрочные на никелевой
основе (XH70BMTЮФ, XH56BMTЮ) |
| 2) Мартенситные,
ферритные, ферритно-
мартенситные,
аустенитно-
мартенситные,
ферритно-аустенитные | Б) Углеродистые (Ст3, 20), низколегированные
(09Г2С, 10ХСНД, 20ХГСА), легированные и
среднеуглеродистые (30ХГСА, 40Х,
40ХН2МА, 37ХВ), теплоустойчивые (Cr-Mo и
Cr-Mo-V) (12МХ, 12М1МФ, 20Х1МФ169),
хладостойкие (Fe-Ni) (0Н3, 0Н6, 0Н9) |
| 3) Аустенитные стали и
сплавы на
железоникелевой
основе | В) 12%-ные хромистые, жаростойкие (08Х13,
12Х13), высокохромистые, жаростойкие
(08Х17Т, 15Х25Е, 20Х17Н2), 12%-ные
хромистые, жаропрочные (15Х11МФ,
15Х12ВНМФ), хромоникелевые коррозионно-
стойкие (12Х21Н51) |

Правильный ответ: 1-Б, 2-В, 3-А

Компетенции (индикаторы): ПК-2

6. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

- | Способ | Наименование |
|---------------------------------|--|
| 1) Механическая
обработка | А) Обработка мелких деталей во вращающихся барабанах. Может быть сухой (с применением абразива) или мокрой (с использованием специальных жидких средств и абразива). В результате галтовки с поверхности снимаются окалина, заусенцы, неровности, уменьшается шероховатость изделий. |
| 2) Галтовка | Б) Проводится ручным и механизированным инструментом с использованием абразивных материалов. Позволяет удалить окалину, ржавчину, окислы, старое лакокрасочное покрытие, грубые загрязнения, продукты обугливания, остатки песка и шлака |
| 3) Виброабразивная
обработка | В) Химический способ удаления ржавчины и окалины растворами кислот (серной, соляной, ортофосфорной) и солей. К нему приступают после предварительного обезжиривания |
| 4) Кислотное
травление | Г) Участки предварительно обрабатывают 10%-ным раствором фосфорной кислоты, промывают тёплой |

- водой и зачищают поверхность металлическими щётками или мотками из тонкой стальной проволоки
- 5) Кислотная обработка зоны сварных швов Д) Механический или химико-механический процесс удаления мельчайших частиц металла и его оксидов с обрабатываемой поверхности, а также сглаживания микронеровностей в результате нанесения абразивом большого количества микроударов

Правильный ответ: 1-Б, 2-А, 3- Д, 4-В, 5-Г, 6-Ж

Компетенции (индикаторы): ПК-2

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

1. В какой последовательности производят оценку свариваемости разнородных сталей:

А) Выбор температуры подогрева. Температура подогрева перед сваркой зависит от эквивалента углерода и подбирается по стали с большим эквивалентом

Б) Определение эквивалента углерода. Когда свариваются стали с различным эквивалентом углерода, параметры сварки подбираются по стали с большим эквивалентом, а присадочный материал – по стали с меньшим эквивалентом

В) Назначение термообработки. В некоторых случаях для придания определённых свойств металлу в зоне соединения разнородных сталей или снятия внутренних напряжений назначают термообработку

Г) Оценка вероятности образования трещин. При правильно выбранных режимах и присадочном материале твёрдость и механические свойства наплавленного металла будут находиться в диапазоне между свариваемыми сталями. В противном случае высока вероятность образования трещин

Правильный ответ: Б, А, Г, В

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. В какой последовательности проводится оценка стойкости сталей и сплавов против межкристаллитной коррозии (МКК):

А) Выдержка образцов в рабочем растворе при заданных температуре и продолжительности.

Б) Изготовление и подготовка образцов, а также приготовление растворов. Провоцирующий нагрев проводят только на части образцов, а образцы без провоцирующего нагрева испытывают в состоянии поставки

В) Оценка стойкости всех испытанных образцов гравиметрическим методом. Рассчитывают скорость проникновения коррозии и сравнивают скорости проникновения коррозии образцов с провоцирующим нагревом и в состоянии поставки

Г) Металлографическое исследование. Из неизогнутого участка образца, прошедшего испытания, вырезают шлиф. Наличие и глубину МКК устанавливают на протравленных шлифах при увеличении не менее 200х

Д) Оценка коррозионной стойкости методом изгиба образцов. Образцы изгибают на угол 90° и осматривают с помощью лупы при увеличении 8-12х. Отсутствие трещин на образцах, изогнутых после испытания, за исключением продольных трещин и трещин непосредственно на кромках, свидетельствует о стойкости стали или сплава к МКК

Правильный ответ: Б, А, Д, В, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-2

3. Установите последовательность процессов измерения твёрдости металла различных участков сварного соединения по Бринеллю:

А) Получение отпечатка. Для этого используют стальной шарик диаметром 2,5 или 5,0 мм

Б) Определение числа твёрдости. Производится в соответствии с ГОСТ 9012, необходимые для этого значения выбираются из таблиц ГОСТа

В) Подготовку образца. Шероховатость поверхности должна быть от 1,25 до 2 мкм, при этом в образце должна быть соблюдена параллельность рабочей и опорной поверхностей

Г) Измерение отпечатка. Производится с учётом того, что для стыковых соединений твёрдость измеряют в продольном направлении и по оси высоты шва, а также вдоль сплавления металла шва с основным металлом. Для угловых швов – по зоне сплавления, по биссектрисе и от биссектрисы к катетам

Д) Выбор условий испытания. Необходимые для замера твёрдости значения выбираются из таблиц ГОСТ 9012-59 (в редакции 1990 г.)

Правильный ответ: В, Д, А, Г, Б

Компетенции (индикаторы): ПК-2

4. Установите последовательность этапов технологии сварки стали с алюминием и его сплавами:

А) Нанесение покрытия. Чтобы изолировать сталь от алюминия и получить качественный шов, на кромки стальной заготовки наносят покрытие цинком, цинком и медью или другими совместимыми металлами

Б) Подготовка стальной детали. Для стыкового соединения выполняют двусторонний скос кромок под углом 70°. Поверхность стальной кромки зачищают механическим или дробеструйным способами, для высоколегированных сталей часто используют химическое травление

В) Выбор скорости сварки. На стабильность шва влияет скорость проведения процесса. Сначала скорость сварки должна быть 7-10 м/ч, а потом уже 12-15 м/ч

Г) Заполнение разделки. Как правило, его выполняют последовательно накладываемыми валиками с двух сторон стыка

Д) Расположение сварочной дуги. В начале создания первого шва дуга должна располагаться на присадочном прутке. В процессе сварки она должна находиться на присадочном прутке и валике, который образуется в процессе

Е) Аргонодуговая сварка. Процесс ведут на переменном токе вольфрамовым электродом диаметром 2-5 мм. Электрод смещают на алюминиевую кромку на расстояние 1-3 мм от стыка, а присадочную проволоку подают впереди дуги со стороны стальной детали

Правильный ответ: Б, А, Е, Д, Г, В

Компетенции (индикаторы): ПК-2

5. Установите правильную последовательность этапов подготовки к сварке неметаллических (полимерных) материалов:

А) Выбор типа полимера (например, ПВХ, полиэтилен)

Б) Определение режима нагрева (время и температура)

В) Очистка сварочной зоны от пыли и жирных загрязнений

Г) Подготовка сварочного оборудования (аппарат для сварки)

Д) Проверка совместимости материалов

Правильный ответ: А, Д, В, Г, Б

Компетенции (индикаторы): ПК-2

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

1. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

При сварке разнородных сталей в образовании сварного _____, кроме дополнительного (электродного) металла, участвуют еще два других основных металла, зачастую существенно отличающихся по составу и свойствам.

Правильный ответ: шва

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Из-за локальности зоны нагрева после сварки возникает остаточное _____ в зоне сварного шва, которое со временем уменьшается.

Правильный ответ: напряжение

Компетенции (индикаторы): ПК-2

3. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Различные режимы термической _____, например, сварка или закалка, могут изменять внутреннюю структуру стали, увеличивая её склонность к межкристаллитной коррозии.

Правильный ответ: обработки.

Компетенции (индикаторы): ПК-2

4. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Двухслойные стали позволяют резко _____ потребление дефицитных высоколегированных сталей без снижения работоспособности конструкций.

Правильный ответ: уменьшить

Компетенции (индикаторы): ПК-2

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Какой элемент вызывает пористость швов и способствует развитию зародышей всех указанных выше типов холодных трещин в закаленных зонах?

Правильный ответ: Водород

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. Какие разделки кромок являются конструктивными характеристиками?

Правильный ответ: Притупление, угол скоса кромки

Компетенции (индикаторы): ПК-2

3. Какой дефект сварного шва изображен на рисунке?



Правильный ответ: Непровар

Компетенции (индикаторы): ПК-2

4. Какой дефект возникает при сварке сталей одного структурного класса в результате неодинакового перемешивания наплавленного металла с основным (в центре шва и у границы сплавления) со стороны шва?

Правильный ответ: возникают прослойки переменного состава шириной 0,2-0,6 мм.

Компетенции (индикаторы): ПК-2

5. Какие режимы сварки рекомендуется для уменьшения диффузии углерода в зоне сплавления и снижения вредного действия образующейся в зоне карбидной сетки?

Правильный ответ: применять умеренные режимы сварки

Компетенции (индикаторы): ПК-2

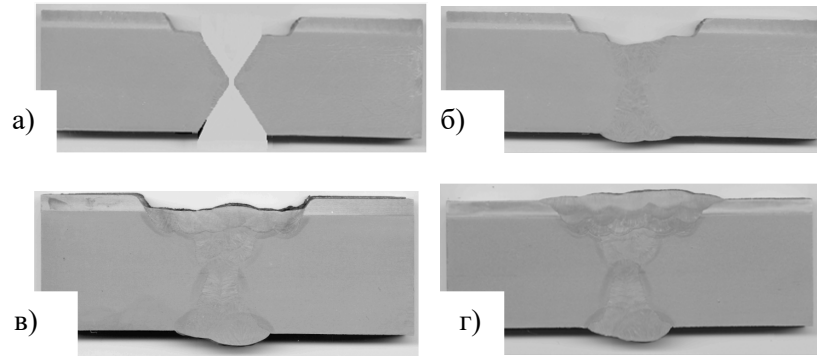
6. Закончите предложение.

Остаточные напряжения в изделиях из композиционных материалов влияют на...

Правильный ответ: эксплуатационные свойства
Компетенции (индикаторы): ПК-2

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Назовите основные особенности сварки двухслойной стали (рисунок).



Основные этапы получения сварного соединения плакированной стали:
а – разделка под сварку, тип С-37, ГОСТ 16098-80; б – сварка основного слоя;
в – сварка переходного слоя; г – сварка плакирующего слоя

Время выполнения – 40 мин.

Ожидаемый результат:

Основные особенности сварки двухслойной стали можно представить следующим образом:

1. Форма разделки кромок должна обеспечить возможность раздельной сварки каждого слоя с проваром на всю глубину металла.

2. При сварке основного (несущего) слоя однотипным присадочным материалом возможно проплавление плакирующего (высоколегированного) защитного слоя; при этом, следовательно, произойдет легирование шва - никелем, хромом, что приведет к снижению пластических свойств металла и создаст опасность появления трещин. Поэтому необходимо предотвратить случаи проплавления участков плакирующего защитного слоя.

3. В процессе сварки легированного слоя возможно разбавление сварочной ванны проплавленным основным металлом, вследствие чего в металле шва также могут образоваться неблагоприятные структуры, приводящие к снижению пластических свойств металла. К этому надо добавить, что такого рода разбавление металла шва может отразиться на коррозионных свойствах сварного соединения, а в некоторых случаях даже вызвать появление трещин.

4. Применительно к сварке каждого слоя требуется особая технология сварки (присадочные материалы, условия и режимы сварки), а также необходимо учитывать наличие науглероженной зоны в хромоникелевом защитном слое.

Критерии оценивания: содержательное соответствие приведенному выше пояснению.

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. Какие особенности контроля качества соединений из разнородных материалов?

Время выполнения – 40 мин.

Ожидаемый результат:

Некоторые особенности контроля качества соединений из разнородных материалов:

Сложность обнаружения дефектов. Это связано с большими различиями в свойствах металлов и композитов, а также с многослойной структурой компонента.

Использование неразрушающих методов контроля.

Применение мониторинга состояния конструкции. Этот метод позволяет непрерывно контролировать конструктивные особенности, оценивать состояние и целостность соединений в режиме реального времени.

Тщательная подготовка изделий к сварке.

Послесварочная механическая обработка. Её проводят с целью устранения концентраторов напряжений.

Использование специальных способов контроля.

Критерии оценивания: содержательное соответствие приведенному выше пояснению.

Компетенции (индикаторы): ПК-2

3. Назовите способы соединения металлов с неметаллическими материалами при получении разнородных и комбинированных соединений?

Время выполнения – 40 мин.

Ожидаемый результат:

Диффузионная сварка. Технология позволяет получать качественные соединения разнородных материалов, в том числе металлов и неметаллов, которые обладают резко отличающимися электрофизическими и металлургическими свойствами. При этом детали не подвергаются макропластической деформации, а прочность соединений может достигать уровня прочности свариваемых материалов.

Клеевые соединения. В ряде случаев такие соединения являются единственно возможным технологическим решением, обеспечивающим необходимую прочность. Например, их используют в авиационных конструкциях, где применяются очень тонкие листовые материалы.

Пайка. Соединение методом пайки материалов в различных сочетаниях обеспечивает прочностные, коррозионные, электрические и другие характеристики, гарантирующие надёжность, долговечность и ремонтпригодность паяного изделия в условиях эксплуатации.

Соединения с помощью промежуточных слоёв. Как правило, в качестве таких слоёв используют пластичные металлы (золото, серебро, никель, медь,

алюминий и другие) в виде фольги, проволоки, порошков и плёнок, которые наносят на соединяемые поверхности гальваническим методом или вакуумным напылением

Критерии оценивания: содержательное соответствие приведенному выше пояснению.

Компетенции (индикаторы): ПК-2

4. Назовите проблемы сварки разнородных сталей?

Время выполнения – 40 мин.

Ожидаемый результат:

Проблемы, которые возникают при сварке разнородных сталей:

Образование трещин. При несоблюдении технологии сварки в околошовной зоне сварного шва появляются трещины и отколы.

Образование структурной неоднородности. В зоне сплавления происходит перераспределение углерода из менее легированного металла в более легированный. В результате образуются прослойки разупрочненного и охрупченного металла.

Остаточные сварочные напряжения. Они имеют значительные величины и неблагоприятное распределение. Основные причины возникновения остаточных напряжений – неравномерность нагрева и жёсткость соединяемых деталей.

Образование хрупкого мартенситного слоя или карбидной гряды. Это происходит из-за ухудшения перемешивания жидкого металла в пристеночных слоях.

Пористость швов. Уровень содержания водорода в шве зависит от длины дуги и температуры прокалки электродов. Водород вызывает пористость швов и способствует развитию холодных трещин в закалённых зонах.

Критерии оценивания: содержательное соответствие приведенному выше пояснению.

Компетенции (индикаторы): ПК-2

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Теоретические основы соединения разнородных и неметаллических материалов» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение».

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся, по указанному направлению.

Председатель учебно-методической
комиссии института технологий
и инженерной механики

 С.Н. Ясуник

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)