

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Сварка и металлургия»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

### **«Б.1.3.5.1 Основы диффузионных процессов»**

направления подготовки

15.03.01 «Машиностроение»

Профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

форма обучения – заочная

курс – 2

семестр – 4

зачетных единиц – 5

часов в неделю – 2

всего часов – 180

в том числе:

лекции – 6

лекции уст. – 2

практические занятия – 10

практические занятия уст. – 2

самостоятельная работа – 160

контрольная работа – 1

экзамен – 4 семестр

Рабочая программа составлена на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 03.09.2015 № 957;

- учебного плана СГТУ по направлению 15.03.01 «Машиностроение» (квалификация - бакалавр).

Дисциплина входит в вариативную часть цикла Б.1. учебного плана и является дисциплиной по выбору.

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель преподавания дисциплины:

Теоретические и технологические основы диффузионных процессов обеспечивающее получение качественных соединений металлов и металлов с неметаллическими материалами при всех методах сварки в твердом состоянии и методах сварки плавлением, позволят будущим специалистам сварочного производства подойти к пониманию процессов взаимодействия сварки при изготовлении изделий.

Задачи изучения дисциплины:

- ознакомление с одним из важнейших процессов переноса вещества при сварке плавлением и сварке давлением, определяющим эксплуатационные свойства соединений;

- освоение расчетных методов диффузионных процессов при сварке однородных и разнородных металлов;

- изучение влияния параметров процесса сварки на кинетику диффузионных процессов;

- ознакомление с результатами отечественного опыта по изучению диффузионного взаимодействия металлов с неметаллическими материалами.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

В результате освоения дисциплины Основы диффузионных процессов у обучающегося формируются следующие компетенции: ОПК-1.

Обучение в рамках дисциплины является продолжением получения знаний после освоения таких дисциплин как: «Инженерная графика», «Математика» и «Физика».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении бакалаврской выпускной работы по направлению 15.03.01 «Машиностроение» профиля «Оборудование и технология сварочного производства».

Дисциплина дает описание основных данных физики твердого тела о строении конструкционных материалов, включая основы кристаллографии и основы и основы и механизмы диффузионных процессов.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 – умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

После изучения данной дисциплины:

Студент должен знать: методы расчета диффузионных процессов однородных и разнородных металлов, передовой отечественный и зарубежный опыт о взаимодействии металлов с неметаллическими материалами;

Студент должен уметь: предлагать новые идеи и методические подходы по разработке качественных соединений металлов и металлов с неметаллическими материалами;

Студент должен владеть: современными методами исследований взаимодействия соединения материалов.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Модуля	№ Темы	Наименование темы	Часы/ из них в интерактивной форме				
			Всего	Лекц.	Колл.	Прак.	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>4 семестр</b>							
1	1	Введение. Определение диффузии	1/1	1/1	-	-	-
1	2	Кристаллические решетки металлов	38/2	2/2	-	3	33
2	3	Диффузионное взаимодействие при соединении одноименных металлов	40/1	1/1	-	3	36
2	4	Положение об интенсифицирующем действии вакуума на диффузионные процессы при сварке металлов	28/1	1/1	-	3	24
3	5	Диффузия и методы её активации при сварке	34/2	2/2	-	-	32
3	6	Диффузионные процессы при сварке разноименных металлов	39/1	1/1	-	3	35
Всего			180/8	8/8	-	12	160

#### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5

1	1	1.	Введение. Виды элементарных связей в твёрдых телах и монокристаллических соединениях	1
2	1	2.	Кристаллические решетки металлов. Кристаллографические индексы плоскостей и направлений. Кубическая решетка. Гексагональная решетка.	1-2
2	1	3.	Порядок и беспорядок в мире атомов. Длительность процесса зарастания пор. Начальная стадия процесса залечивания пор и трещин	2-5
3	1	4.	Объемное диффузионное взаимодействие однородных металлов. Взаимодействие тонких поверхностных слоёв твёрдых тел. Методы исследования поверхности. Характеристические потери энергии электронами.	1-6
4	1	5.	Положение об интенсифицирующем действии вакуума на диффузионные процессы при сварке металлов	1-6
5	1	6.	Объемное диффузионное взаимодействие при соединении разноименных металлов и металлов с неметаллическими материалами	3-8
5	1	7.	Активирующие параметры процесса диффузии.	5-7
6	1	8.	Упругая и пластическая деформация. Сущность холодной и горячей обработки. Способы обработки металла холодной пластической деформацией	6-9

**6. Содержание коллоквиумов**  
Не предусмотрены учебным планом

**7. Перечень практических занятий**

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
2	3	1	Объемное диффузионное взаимодействие однородных металлов	1, 2, 9
3	3	2	Диффузионный поток. Первое уравнение диффузии. Различные типы диффузионных коэффициентов	2, 3, 4
4	3	3	Диффузия при наличии внешних движущих сил. Второе уравнение диффузии	1, 2, 4
6	3	4	Экспериментальные методы определения коэффициентов диффузии	1, 2, 6, 7
Итого: 12 ч.				

**8. Перечень лабораторных работ**  
Не предусмотрены учебным планом

**9. Задания для самостоятельной работы студентов**

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
2	15	Начертить и описать диаграмму состояния взаимно нерастворимых металлов.	1, 2, 4
2	18	Привести данные о диффузионном взаимодействии меди и железа.	2, 3, 4
3	18	Рассчитать время образования диффузионной зоны при ДС меди и железа при температуре 637°C.	1, 2, 4, 7
3	18	Описать экспериментальные данные по диффузии при соединении меди и керамики.	2, 4, 6, 9
4	24	Описать диффузионное взаимодействие меди и феррита 30Сч6.	2, 4, 6, 9
5	16	Описать активирующие параметры процесса диффузионного взаимодействия. Описать механизм диффузии залечивания пор в контакте при соединении одноименных металлов.	3, 4, 7
5	16	Влияние границ зерен и поверхности на процесс диффузии.	2, 3, 6
6	18	Влияние пластической деформации и глубины вакуума на ускорение процессов диффузионного взаимодействия.	2, 4, 6, 9
6	17	Рассчитать время залечивания пор с размерами: $1.5 \text{ мкм} \leq R \leq 3 \text{ мкм}$ в контакте при соединении медь + медь, сплав 29 НК + сплав 29 НК, сталь Х18Н10Т + сталь Х18Н10Т для температуры 987°C.	2, 3, 4, 5, 8

Вид контроля СРС: реферат.

### **10. Расчетно-графическая работа**

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом.

### **11. Курсовая работа**

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

### **12. Курсовой проект**

Курсовой проект не предусмотрен учебным планом.

### **13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Компетенции, знания, навыки и умения оцениваются в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение».

В процессе освоения дисциплины осуществляется формирование следующих компетенций:

***Общепрофессиональные компетенции***

ОПК-1 - умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Успешное освоение компетенции достигается путем освоения теоретического материала (30%), освоения практических методов решения тестов (40%), осуществления самостоятельной работы над темами дисциплины (30%).

Контроль освоения дисциплины проходит в форме экзамена, в сочетании отчета по теоретическим вопросам отчетов по индивидуальным домашним заданиям и контрольных вопросов по тестам.

Экзамен по данной дисциплине проводится в два этапа: в форме тестирования и собеседования по результатам тестирования.

Оценку «отлично» студент получает, если в результате тестирования получено не менее 95% верных ответов и при собеседовании ответ на поставленный вопрос по существу правилен и объективно полон.

Оценку «хорошо» - если в результате тестирования получено не менее 75% верных ответов и при собеседовании ответ на поставленный вопрос по существу правилен, но недостаточно полно изложен с несущественными по смыслу ошибками.

Оценку «удовлетворительно» - если в результате тестирования получено не менее 40% верных ответов и при собеседовании ответ на поставленный вопрос в основном правилен, но изложен неполно или с отдельными существенными ошибками.

Оценку «неудовлетворительно» - если в результате тестирования получено менее 40% верных ответов и при собеседовании ответ не раскрывает сущности поставленного вопроса.

Промежуточный контроль по дисциплине проходит в форме зачета в сочетании различных форм (тестирования и собеседования). Успешное освоение компетенций достигается путем выполнения теоретического отчета (50%), решения практического задания (50%).

### **13.1 Составляющие компетенций**

*Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1).*

### **13.2 Уровни освоения компетенций**

*Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1).*

№	Код и наименова-	Ступени	Отличительные признаки
---	------------------	---------	------------------------

п/п	ние дисциплины по базовому учебному плану	уровней освоения компетенции		
1	2	3	4	
1	Б.1.3.5.1	Основы диффузионных процессов	Пороговый (удовлетворительно)	Знает: знать основные законы диффузионных процессов и условия их применения
				Умеет: самостоятельно анализировать диффузионные процессы и циклы, методы их расчета и применять их для решения поставленной задачи
				Владеет: навыками поиска информации о диффузионном взаимодействии металлов
			Продвину-тый (хорошо)	Знает: знать основные источники информации о диффузионном взаимодействии металлов
				Умеет: применять полученные знания для расчета основных характеристик диффузионных процессов и их циклов
				Владеет: методами диффузионного анализа реальных процессов и циклов
			Высокий (отлично)	Знает: знать особенности и методы расчета времени залечивания и зарастания пор при диффузионных процессах
				Умеет: описать активирующие параметры процесса диффузионного взаимодействия и механизм диффузии в контакте при соединении металлов
				Владеет: методами обработки данных при экспериментальном исследовании различных диффузионных процессов

### 13.3 Вопросы для экзамена

1. Виды элементарных связей в твердых и монокристаллических соединениях
2. Ковалентная химическая связь
3. Ионная или гетерополярная связь
4. Силы Ван-дер-Ваальса
5. Металлические связи
6. Схема адсорбционных слоев на поверхности металла
7. Кристаллические решетки металлов
8. Кристаллографические индексы плоскостей и направлений
9. Кристаллографические направления
10. Гексагональная решетка
11. Порядок и беспорядок в мире атомов
12. Объемное диффузионное взаимодействие однородных металлов
13. Длительность процесса зарастания пор
14. Оценка длительности времени полного залечивания поры
15. Взаимодействие тонких поверхностных слоев твердых тел

16. Коэффициент, характеризующий увеличение скорости диффузионных процессов, обусловленное пластической деформацией
17. Положение об интенсифицирующем действии вакуума на диффузионные процессы при диффузионной сварке металлов
18. Расчет времени залечивания пор с учетом коэффициентов  $K_{\sigma}$  и  $K_{\nu}$
19. Объемное диффузионное взаимодействие при соединении разноименных металлов и металлов с неметаллическими материалами
20. Диффузия в бесконечном теле из постоянного источника
21. Диффузионное взаимодействие металлов с керамиками и ферритами
22. Активирующие параметры процесса диффузии

### 13.4 Тестовые задания по дисциплине

Имеются в системе АСТ

- 1) Количественная характеристика скорости диффузии, равная количеству вещества, проходящего в единицу времени через участок единичной площади при градиенте концентрации, равном единице
  1. Коэффициент диффузии
  2. Ускорение диффузии
  3. Насыщаемость диффузии
  4. Пространственная направленность диффузии
- 2) Процессом распространения молекул или атомов одного вещества между молекулами или атомами другого, приводящему к самопроизвольному выравниванию их концентраций по всему занимаемому объему является
  1. замещение атомов
  2. Разрыхление структур
  3. Диффузия
  4. Заращение пор
- 3) Процесс перемещения молекул среди себе подобных, на расстояния, превышающие их диаметр.
  1. Процесс заращения пор
  2. Деформация
  3. Сварка
  4. Самодиффузия
- 4) Твердое тело это одно из четырех агрегатных состояний вещества, отличающееся от других агрегатных состояний ...
  1. стабильностью формы и характером теплового движения атомов, совершающих малые колебания около положений равновесия.
  2. стабильностью формы и характером теплового движения атомов, совершающих большие колебания около положений равновесия.
  3. нестабильностью формы и характером теплового движения атомов, совершающих малые колебания около положений равновесия.
  4. не стабильностью формы и характером теплового движения атомов, совершающих большие колебания около положений равновесия.



- 5) Дислокации это ...
1. Точечные несовершенства
  2. Линейные несовершенства
  3. Поверхностные несовершенства
  4. Все перечисленное
- 6) Подвижность является особым свойством ...
1. Точечные несовершенства
  2. Линейные несовершенства
  3. Поверхностные несовершенства
  4. Все перечисленное
- 7) С увеличением температуры количество вакансий в кристаллической решетке
1. Уменьшается
  2. Увеличивается
  3. Не изменяется
- 8) Способ получения неразъемного соединения, образовавшегося вследствие возникновения связей на атомарном уровне, появившихся в результате сближения контактных поверхностей за счет локальной пластической деформации при повышенной температуре.
1. Диффузионная сварка
  2. Лазерная сварка
  3. Сварка давлением
  4. Сварка под флюсом
- 9) Диффузионная сварка применяется для
1. Сварки серого чугуна со сталью
  2. Соединения твердых сплавов со сталями
  3. Сварки металлов с трех- и пятикратной разницей коэффициентов линейного расширения
  - +4. Все перечисленное
- 10) Для диффузионной сварки источником питания является
1. Генераторы высокой частоты и трансформаторы
  2. Выпрямители и сварочные генераторы
  3. Сварочные инверторы и полуавтоматы
  4. Трансформаторы и выпрямители
- 11) Заполненная газом полость округлой формы.
1. Тещина
  2. Решетка
  3. Пора
  4. Вакуум
- 12) Линейная пористость - группа пор в сварном шве, ...
1. расположенная в линию, перпендикулярно оси сварного шва
  2. расположенная хаотично, параллельно оси сварного шва
  3. расположенная хаотично, перпендикулярно оси сварного шва
  4. расположенная в линию, параллельно оси сварного шва
- 13) Основным способом ограничения поступления водорода и водяного пара в зону сварки является

1. очистка свариваемых кромок от ржавчины, влаги, масла, краски и других водородсодержащих веществ
  2. очистка от инея и влаги
  3. нагрев до температуры свыше 100 °С
  4. выжигание кислородно-ацетиленовой горелкой.
- 14) Количество пор при сварке будет больше при ...
1. повышении температуры прокали
  2. большой скорости кристаллизации металла
  3. снижении окислительного потенциала покрытия
  4. введении карбонатов в покрытие и окислении кремния
- 15) Поверхностные явления это
1. совокупность явлений, обусловленных тем, что силы взаимодействия между частицами, составляющими тело, скомпенсированы на его поверхности.
  2. явления, связанные с отсутствием межфазных границ
  3. явления, вызванные недостатком свободной энергии в пограничном слое
  4. совокупность явлений, обусловленных особыми свойствами тонких слоев вещества на границе соприкосновения фаз.
- 16) Цеолиты это
1. большая группа близких по составу и свойствам минералов, водные алюмосиликаты кальция и натрия из подкласса каркасных силикатов, со стеклянным или перламутровым блеском
  2. соли фосфорных кислот,
  3. сложные эфиры фосфоновых кислот общей формулы  $RP(O)(OR^1)_n(OH)_{2-n}$ .
  4. производные оксокислот  $R_kE(=O)_l(OH)_m$ , ( $l \neq 0$ ), формально являющиеся продуктами замещения атомов водорода гидроксильных —ОН кислотной функции на углеводородный остаток
- 17) Метод исследования структуры поверхности твердых тел, основанный на анализе картин дифракции низкоэнергетических электронов
1. Оже-электронная спектроскопия
  2. Десорбция
  3. Дифракция медленных электронов
  4. Гетеродиффузия
- 18) Процесс удаления адсорбированного вещества с поверхности адсорбента
1. Оже-электронная спектроскопия
  2. Десорбция
  3. Дифракция медленных электронов
  4. Гетеродиффузия
- 19) Метод электронной спектроскопии, основанный на анализе распределения по энергии электронов
1. Оже-электронная спектроскопия
  2. Десорбция
  3. Дифракция медленных электронов
  4. Гетеродиффузия
- 20) Диффузия инородных атомов в кристаллической решетке многокомпонентного сплава

1. Оже-электронная спектроскопия
  2. Десорбция
  3. Дифракция медленных электронов
  4. Гетеродиффузия
- 21) Основным элементом сверхвысоковакуумной установки является
1. камера, соединенная со сверхвысоковакуумным насосом
  2. сетка отделяющая цеолит от жидкого азота
  3. находящиеся внутри ионы, молекулы газа и электроны
  4. титановые катоды и электрический анод
- 22) Электронную эмиссию, возникающую в результате нагрева, называют
1. термоэлектронной эмиссией
  2. фотоэлектронной эмиссией
  3. взрывной электронной эмиссией
  4. электростатической эмиссией
- 23) Изменение взаимного положения частиц тела, связанное с их перемещением относительно друг друга
1. пайка
  2. сваривание
  3. деформация
  4. нагрев
- 24) Упругие деформации в отличие от пластических:
1. исчезают после окончания действия сил
  2. остаются после окончания действия сил
  3. приводят к разрыву материала
  4. происходят при нагреве металла
- 25) Изготовления крупногабаритных заготовок деталей сложной формы более выгодно
1. вакуумной сваркой
  2. литьем
  3. давлением
  4. диффузионной сваркой
- 26) В диффузионной сварке подслои на свариваемые поверхности наносятся с целью
1. увеличения прочности сцепления при сварке и облегчения установления физического контакта по всей свариваемой поверхности за счет использования подслоев из пластичных материалов
  2. предотвращения появления нежелательных фаз при сварке разнородных материалов
  3. интенсификации стадии объемного взаимодействия и снижения температуры и давления при сварке и, значит, уменьшения остаточных деформаций
  4. все перечисленное
- 27) Рабочая вакуумная камера, в которой размещаются свариваемое изделие, нагреватели, механизм давления, выполняется обычно
1. цилиндрической или прямоугольной формы из коррозионностойкой стали
  2. круглой или овальной формы из высокоуглеродистых сталей

3. квадратной или прямоугольной формы из титановых сплавов
  4. квадратной или треугольной формы из нержавеющей стали
- 28) Метод повышения механических свойств и увеличения коррозионной стойкости, путем насыщения приповерхностных слоев металлическими легирующими элементами
1. адсорбция
  2. вакуумирование
  3. металлизация
  4. десорбция
- 29) Диффузионная сварка может проводиться в
1. вакууме, любых газах, жидких средах
  2. вакууме, нейтральных и окислительных газах, жидких средах
  3. нейтральных и окислительных газах, жидких средах
  4. вакууме, нейтральных и восстановительных газах, жидких средах
- 30) Очистка поверхности вакуумной камеры проводится
1. специальными скребками
  2. растворителями
  3. обезжиренной водой
  4. эмиссией
- 31) Длительность процесса, сложность оборудования, требования высокой точности сборки и чистоты обработки свариваемых поверхностей, необходимость контроля температуры в зоне шва, являются недостатками
1. Диффузионной сварки
  2. Лазерной сварки
  3. Рельефной сварки
  4. Плазменной сварки
- 32) Вакуум представляет собой
1. пространство, свободное от вещества
  2. пространство с избытком вещества
  3. бесконечное пространство
  4. любое пространство
- 33) Физическая адсорбция обусловлена силами
1. Лоренца
  2. Ван-дер-Ваальсовскими
  3. Архимеда
  4. Ньютона
- 34) Процесс адсорбции, сопровождающийся химической реакцией между молекулами адсорбированного вещества и металлом
1. Адсорбция Ленгмюра
  2. Гетерогенная реакция
  3. Хемосорбция
  4. Десорбция
- 35) Верно утверждение что ...
1. Адсорбция является локализованной и вызывается силами, близкими к химическими.

2. каждый активный центр способен взаимодействовать только с одной молекулой адсорбата.

3. Процесс адсорбции является обратимым и равновесным.

4. Адсорбция происходит на всей поверхности адсорбента.

36) Не верно утверждение что ...

1. Вода связывается с поверхностью посредством атома кислорода

2. Связывание с поверхностью сопровождается переносом электронного заряда с молекулы  $H_2O$  на металл

3. Даже при весьма незначительной степени покрытия поверхности молекулами воды, не проявляется тенденция к образованию поверхностных ассоциатов из нескольких молекул  $H_2O$  вследствие водородных связей

4. Все перечисленные

37) Неверным положением об адсорбции является

1. Поверхность адсорбента неоднородна

2. Адсорбция вызвана чисто физическими силами

3. Адсорбционные силы действуют на расстоянии, большем размера молекулы адсорбата

4. Адсорбционные силы не зависят от температуры

38) Изделия и материалы, полученные спеканием глин и их смесей с минеральными добавками

1. Фарфор

2. Стекло

3. Керамика

4. Алюминиевые сплавы

39) Переходными химически активными элементами являются

1. s-элементы

2. p-элементы

3. d-элементы

4. f-элементы

40) Наиболее распространенным дефектом металлокерамических узлов является

1. Неравномерное сечение шва

2. Поры

3. Нарушение кристаллической решетки

4. Образование трещин

41) Верно утверждение что ...

1. Диффузия вызывает перераспределение элементов в зоне сварного соединения.

2. Диффузионные процессы обусловлены флуктуацией энергии атомов и дефектами кристаллической решетки.

3. Движущими силами диффузии при сварке в твердом состоянии являются градиент химического потенциала, концентрации и фактические внутренние напряжения

4. Все перечисленное

42) Закончите утверждение верно. Диффузионные процессы на границе между твердым и жидким телом обладают той особенностью, что скорость их определяется интенсивностью диффузии...

1. в твердом теле, так как она обычно во много раз меньше скорости диффузии в жидкости.
2. в твердом теле, так как она обычно во много раз больше скорости диффузии в жидкости.
3. в жидком теле, так как она обычно во много раз меньше скорости диффузии в жидкости.
4. в жидком теле, так как она обычно во много раз больше скорости диффузии в жидкости.

43) Процесс химико-термической обработки начинается с ...

1. Адсорбция активных атомов или молекул поверхностью металла
2. Десорбция продуктов реакции
3. Отвод продуктов реакции в окружающее пространство
4. Образование активных веществ в окружающей среде

44) Наиболее действенным способом ускорения процессов диффузионного насыщения является

1. Понижение температуры
2. Повышение давления
3. Повышение температуры
4. Понижение давления

45) Число адсорбционных частиц с повышением температуры

1. увеличивается в 2 раза
2. уменьшается
3. не изменяется

46) Для того чтобы ускорить процесс насыщения, необходимо

1. увеличить давление активной газовой среды
2. увеличить скорость газового потока
3. уменьшить интенсивность подвода активной среды к поверхности насыщаемого металла
4. снизить длину активного пробега атомов

47) Наиболее популярный вид нержавеющей стали

1. 10X17
2. 03X18
3. 08X18
4. 12X18

48) Твердое тело представляет собой

1. ионизованный газ, образованный из нейтральных атомов и заряженных частиц
2. комплекс атомов, находящихся во взаимодействии
3. вещество, способное неограниченно менять форму под действием касательных механических напряжений
4. поверхность, ведущая себя как мембрана

49) Тип химической связи атомов и характер их взаимного расположения определяет

1. вид кристаллографической решетки и природа вещества
2. физико-химическое и прочностное свойство тела
3. отталкивание атомов, приводящее к образованию молекул
4. электронная плотность между двумя атомами

50) Наиболее типичными химическими связями являются

1. межмолекулярная и металлическая
2. металлическая и ионная
3. ковалентная и ионная
4. ковалентная и металлическая

51) Объемную связь так же называют

1. межмолекулярной связью
2. ионной связью
3. ковалентной связью
4. металлической связью

52) Сильной связью с высокой температурой плавления и прочностью кристаллов является

1. межмолекулярной связью
2. ионной связью
3. ковалентной связью
4. металлической связью

53) Интерметаллиды это

1. соединения типичных металлов с металлами, имеющими слабые металлические свойства
2. соединения типичных металлов с металлами, имеющими сильные металлические свойства
3. соединения не типичных металлов с металлами, имеющими слабые металлические свойства
4. соединения не типичных металлов с металлами, имеющими сильные металлические свойства

54) Насыщаемость и пространственная направленность отсутствует в

1. межмолекулярной связи
2. ионной связи
3. ковалентной связи
4. металлической связи

55) Сила Ван-дер-Ваальса является

1. межмолекулярной связью
2. ионной связью
3. ковалентной связью
4. металлической связью

56) Отсутствует насыщение, определяемое валентностью соответствующих атомов в

1. межмолекулярной связи
2. ионной связи

3. ковалентной связи
4. металлической связи
- 57) Нормальным условием является
  1. Влажность 75%
  2. Давление 756 мм ртутного столба
  3. Температура 20°C
  4. Все перечисленное
- 58) Способность атомов химических элементов образовывать определенное число химических связей
  1. Валентность
  2. Окисление
  3. Плавление
  4. Миграция
- 59) Ядро состоит из
  1. электрона и нейтрона
  2. протона и нейтрона
  3. протона и электрона
  4. всего перечисленного
- 60) Материал, сильно зависящий от удельной проводимости, концентрации примесей
  1. Проводник
  2. Полупроводник
  3. Диэлектрик
  4. Все перечисленные
- 61) Геометрических расположений атомов в кристаллах существует
  1. более 1000 типов
  2. 230 типов
  3. 49 типов
  4. 3 типа
- 62) В металлических кристаллах наблюдается
  1. Объемно-центрированная кубическая решетка
  2. Гранецентрированная кубическая решетка
  3. Гексагональная плотно упакованная решетка
  4. Все перечисленные
- 63) Максимально возможная величина плотности упаковки кристаллической решетки
  1. 0,52
  2. 0,74
  3. 0,9
  4. 0,99
- 64) Совокупность трех величин, характеризующих ориентацию плоскости по отношению к кристаллографическим осям называют
  1. индексами плотности
  2. индексами массы



3. индексами химического состава
  4. кристаллическими индексами
- 65) Знак минус в индексе плотности означает
1. не имеет значения
  2. необходимость изменения данных координат
  3. отсутствие координат
  4. отрицательное значение координат
- 66) Совокупность восьми кристаллографических эквивалентных плоскостей образует
1. Квадрат
  2. Куб
  3. Октаэдр
  4. Цилиндр
- 67) Четыре значения в индексе плотности означают
1. Объемно-центрированная кубическая решетка
  2. Гранецентрированная кубическая решетка
  3. Гексагональная плотно упакованная решетка
  4. Все перечисленные
- 68) Свищ в отличие от поры
1. является коррозией
  2. является видом деформацией
  3. Образуется только термически
  4. Проходит насквозь
- 69) Сварной дефект, отличающийся медленным зарождением и развитием
1. Трещина
  2. Пора
  3. Свищ
  4. Не провар
- 70) Нанометры это
1. 10 мм
  2.  $10^{-3}$  мм
  3.  $10^{-6}$  мм
  4.  $10^{-9}$  мм
- 71) Микрометры это
1. 10 мм
  2.  $10^{-3}$  мм
  3.  $10^{-6}$  мм
  4.  $10^{-9}$  мм
- 72) Заполненная газом округлость формы
1. Трещина
  2. Пора
  3. Свищ
  4. Не провар
- 73) Дефекты, малые во всех трех измерениях

1. Точечные
  2. Линейные
  3. Поверхностные
  4. Все перечисленные
- 74) Вакансии относятся к
1. Точечным дефектам
  2. Линейным дефектам
  3. Поверхностным дефектам
  4. Все перечисленные
- 75) Плотность дислокации при отжиге равна
1.  $10^5$ - $10^6$
  2.  $10^6$ - $10^7$
  3.  $10^7$ - $10^8$
  4.  $10^8$ - $10^9$
- 76) Главными факторами в скорости протекания диффузии являются
1. температура и давление
  2. сила, приложенная при сварке
  3. коэффициент диффузии
  4. все перечисленное
- 77) Если понизить давление и увеличить температуру, то диффузия ...
1. будет происходить медленнее
  2. будет происходить быстрее
  3. не изменится
- 78) В жидкости коэффициент диффузии увеличится
1. с температурой
  2. с давлением
  3. со скоростью реакций
  4. не изменится
- 79) Катализаторы влияют на
1. дефекты сварного шва
  2. скорость диффузии
  3. попадание шлаков и примесей в вакууме
  4. качество получаемой продукции
- 80) Дислокации относятся к
1. Точечным дефектам
  2. Линейным дефектам
  3. Поверхностным дефектам
  4. Все перечисленные
- 81) Дислокации скапливаются
1. внутри металла
  2. на поверхности металла
  3. по границам зерен
  4. по всей площади
- 82) Наиболее распространенный дефект

1. Трещина
2. Пора
3. Свищ
4. Не провар

83) Изделия и материалы, полученные спеканием глины и их смесей с минеральными добавками

1. Керамика
2. Алюминий
3. Медь
4. Нержавеющая сталь

84) Изменение взаимного расположения частиц тела, связанное с их перемещением относительно друг друга

1. Сварка
2. Старение
3. Диффузия
4. Деформация

85) Химические соединения оксида железа с оксидами других металлов

1. Графит
2. Ферриты
3. Кварц
4. Сапфир

86) Достоинством диффузионного процесса является

1. экологичность машин для сварки
2. большой процесс деформации
3. повышенная концентрация отходов
4. не большая площадь свариваемости

87) Увеличение концентрации растворенного вещества у поверхности раздела двух фаз

1. Адсорбция
2. Десорбция
3. Диффузия
4. Гетеродиффузия

88) На поверхности адсорбционных слоев металла расположены

1. Смазки
2. Слой воды
3. Адсорбционные газы
4. Деформированный металл

89) Процесс происходящий при уменьшении концентрации адсорбирующегося вещества

1. Адсорбция
2. Десорбция
3. Диффузия
4. Гетеродиффузия

90) Самопроизвольный процесс диффузии инородных атомов в кристаллической решетке многокомпонентного сплава

1. Адсорбция
2. Десорбция
3. Диффузия
4. Гетеродиффузия

### 13.5 Темы контрольных работ

1. Описать этапы формирования фактического контакта.
2. Рассчитать зависимость площади фактического контакта для температур 800-1200°C качественных конструкционных сталей.
3. Рассчитать зависимости площади фактического контакта технической меди для температур 600-900°C.
4. Описать возможные методы интенсификации процесса формирования фактического контакта.
5. Описать основные понятия об активных центрах взаимодействиях.
6. Привести формулы для расчёта коэффициентов диффузий.
7. Рассчитать по этим зависимостям время активации поверхностей меди и железа и построить соответствующие графики.
8. Описать механизм диффузии залечивания пор в контакте при соединении одноименных металлов.
9. Влияние границ зерен и поверхности на процесс диффузии.
10. Влияние пластической деформации и глубины вакуума на ускорение процессов диффузионного взаимодействия.
11. Рассчитать время залечивания пор с размерами:  $1.5 \text{ мкм} \leq R \leq 3 \text{ мкм}$  в контакте при соединении медь + медь, сплав 29 НК + сплав 29 НК, сталь X18H10T + сталь X18H10T для температуры 987°C.
12. Начертить и описать диаграмму состояния взаимно нерастворимых металлов.
13. Привести данные о диффузионном взаимодействии меди и железа.
14. Рассчитать время образования диффузионной зоны при ДС меди и железа при температуре 637°C.
15. Описать экспериментальные данные по диффузии при соединении меди и керамики.
16. Описать диффузионное взаимодействие меди и феррита 30Сч6.
17. Описать активирующие параметры процесса диффузионного взаимодействия.
18. Выбрать конструкции двух узлов: металлокерамического и феррито-металлического. Обосновать роль компенсаторов.
19. Обосновать в чем суть эффекта релаксации.
20. Обосновать использование поляризационно-оптического метода исследования напряжений (указать достоинства и недостатки)
21. Начертить и описать установку полярископа – поляриметра с откачкой камеры форвакуумным насосом.
22. Описать метод тензометрирования.

23. Выбрать оптимальную толщину медной прокладки в торцевых МКУ.
24. Начертить конструкцию феррито-металлического узла.
25. Привести уравнение регрессии для сварки феррита 30С4-6 с медью и указать, что за параметры процесса диффузионной сварки закодированы под индексами  $y$ ,  $x_1$ ,  $x_2$  и  $x_3$ .
26. Начертить и описать графики зависимостей прочности на сдвиг соединений феррита 30С4-6 с медью от параметров процесса и описать их влияние на прочность.
27. Привести оптимальный режим сварки.
28. С какой целью производят соединение ферритов с медью + феррит и феррит + медь + сплав МД15Н
29. Описать влияние технологических параметров режима ДС на качество соединений металлов с керамикой и методы повышения характеристик сварных узлов.
30. Обосновать выбор граничных параметров процессов ДС керамик с металлами.
31. Выбрать оптимальные параметры режима ДС керамики ВК-94-2 с медью.
32. Описать типичные конструкции металлокерамических узлов.
33. Построить графики, описывающие изменение температуры и давления при ДС крупногабаритных металлокерамических узлов с указанием скоростей нагрева и охлаждения.
34. Привести классификацию методов электрической дуговой сварки.
35. Описать механизм электродуговой сварки и схему зажигания дуги.
36. Привести температуры катодного пятна, столба дуги и анодного пятна.
37. В каких случаях применяют прямую и обратную полярность тока при дуговой сварки.
38. Описать статическую вольт – амперную характеристику дуги.
39. Привести и описать внешние характеристики источников сварочного тока.
40. Для каких видов сварки применяются источники тока с жесткой характеристикой.
41. Принцип действия инверторных источников сварочного тока.
42. Описать причины нарушения свойств спаев
43. Описать гипотезы, объясняющие возможность получения вакуумноплотных спаев металла со стеклом
44. Основные марки спаиваемых материалов (металлы и стекла) конструкции спаев
45. Отжиг спаев стекла с металлом
46. Контроль спаев стекла с металлами
47. Какие способы сварки применяют для увеличения глубины провара металла.
48. Какие способы сварки применяют для повышения производительности сварки.
49. Каковы условия сварки стационарной и нестационарной дугой.
50. Описать основные виды переноса электродного металла при сварке в  $CO_2$ .

51. Какие диаметры электрода применяют при сварке с частыми принудительными короткими замыканиями.
52. Выбрать режим сварки в  $\text{CO}_2$  проволокой СВ-08Г2С при диаметрах электродов 0,8 и 3 мм.(полярность обратная).
53. Описать изменение напряжения и силы тока на протяжении одного цикла сварки в  $\text{CO}_2$  с частыми принудительными короткими замыканиями.
54. При каких процентных содержаниях аргона и  $\text{CO}_2$  обеспечивается струйный, крупнокапельный с короткими замыканиями процессы сварки.
55. Классификация автоматов и п/автоматов для сварки плавящимся электродом в  $\text{CO}_2$ .
56. Способы окончания сварки в  $\text{CO}_2$ .
57. Способы начала сварки в  $\text{CO}_2$ .
58. Описать конструкции горелок для сварки в  $\text{CO}_2$ .
59. Описать основные типы полуавтоматов для сварки в  $\text{CO}_2$ .
60. Какие смеси газов на основе  $\text{CO}_2$  используются при сварке.
61. Какие методы используют при сварке  $\text{CO}_2$  для усиления интенсивности окисления  $\text{H}_2$  и содержание его в сварных швах.
62. Какие методы применяются для улучшения качества шва.
63. Описать влияние типа сварного соединения и скорости на защиту зоны сварки  $\text{CO}_2$ .
64. Описать влияние составов защитных газов на технологические характеристики процесса.
65. Особенности стыковой сварки металлов толщиной 0,8-1,2 мм.
66. Особенности сварки тавровых и угловых соединений.
67. Особенности полуавтоматической сварки.
68. Привести рекомендации при сварке потолочных швов
69. Сколько  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Ar}$  и  $\text{O}_2$  содержится в 40 литровом баллоне, под каким давлением и как маркируются и окрашиваются баллоны.
70. Каким образом осуществляется отбор газов из баллонов.
71. Редукционные вентили и их назначение.
72. Смесители газов и их назначение.
73. Расходомеры газов и их назначение.
74. Назначение газового клапана и осушителей газов.
75. Подогреватель газа и его назначение.
76. Основные типы перепускных рамповых систем.
77. Какое давление в цеховых трубопроводах для газов.
78. Какими способами транспортируется газ к сварочным постам.
79. Чем объясняется лучшая свариваемость низкоуглеродистых сталей в защитных газах по сравнению со сваркой флюсом.
80. Какую проволоку следует применять для получения швов с высокой ударной вязкостью.
81. Какие проволоки и какие газы применяют для сварки углеродистых и низколегированных сталей.
82. Какие особенности имеет сварка среднелегированных сталей.

83. Какие способы применяются для повышения твердости после механической обработки наплавленного металла.
84. Указать режим сварки чугуна и чугуна со сталью.
85. Какие диаметры проволок используются при сварке в  $\text{CO}_2$  конкретных изделий и в каких пространственных положениях швов.
86. Какие способы выполнения сварки в  $\text{CO}_2$  уменьшают затраты на выполнение сварочных работ.
87. Каким образом состав защитных газов влияет на воздействие излучения дуги на человека.
88. В каких местах помещений, в которых ведется сварка в  $\text{CO}_2$  необходимо обязательно устраивать отсосы.
89. Указать меры применяемые для защиты окружающей среды при сварке в  $\text{CO}_2$ .
90. Изложить основные положения по безопасному проведению сварочных работ.

#### **14. Образовательные технологии**

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20% аудиторных занятий.

В учебном процессе при изучении дисциплины «Основы диффузионных процессов» используются следующие формы проведения занятий:

- теоретические лекции с изложением определений основных понятий, изучаемых в рамках дисциплины;
- практические занятия - выполнение работ с применением получаемых в ходе обучения навыков использования средств КОМПАС 3D и SolidWorks;
- самостоятельная работа.

#### **15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине**

##### Основная литература:

1. Бондаренко, Г. Г. Основы материаловедения [Электронный ресурс]: учеб. / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко. -2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 763 с.

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/books/ISBN9785996323777.html?SSr=3501337b5610026740de505sstu>

2. Федосов, С. А. Основы технологии сварки: учеб. пособие / С. А. Федосов, И. Э. Оськин - М. : Машиностроение, 2011. - 125 с.

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755706.html>

3. Слепушкин, В. В. Локальный электрохимический анализ / В. В. Слепушкин, Ю. В. Рублинецкая - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 312 с.

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/books/ISBN9785922112512.html?SSr=0301337b5611384d5119505sstu>

4. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы [Электронный ресурс]: учеб. пособие. / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 4-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 368 с.

<http://www.studentlibrary.ru/books/ISBN9785996325313.html?SSr=1201337b56113be159df505sstu>

5. Готтштайн, Г. Физико-химические основы материаловедения [Электронный ресурс] / Г. Готтштайн ; пер. с англ. К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина под ред. В. П. Зломанова. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 403 с.

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/books/ISBN9785996313273.html?SSr=5201337b56167f0cf9ac505sstu>

#### Дополнительная литература:

6. Демихов, К. Е. Вакуумная техника: справочник / К. Е. Демихов, Ю. В. Панфилов, Н. К. Никулин [и др.], под общ. ред. К. Е. Демихова, Ю. В. Панфилова. - 3-е изд. - М. : Машиностроение, 2009. - 590 с.

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/books/ISBN9785942754365.html?SSr=3501337b5610026740de505sstu>

7. Барыбин, А. А. Электроника и микроэлектроника. Физикотехнологические основы. / А. А. Барыбин. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 424 с.

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/books/ISBN9785922106795.html?SSr=3501337b5610026740de505sstu>

8. Зарембо, Е. Г. Материаловедение: учеб. пособие / Е. Г. Зарембо. - М. : ГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2009. - 49 с.

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/books/ISBN9755999400475.html?SSr=3501337b5610026740de505sstu>

9. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учеб. для вузов / Ю. П. Солнцев. - 4-е изд. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2006. - 784 с.

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/books/ISBN5938081319.html?SSr=5201337b56103e5ff064505sstu>

#### Периодические издания:

1. Сварка и диагностика.

Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=28009>



2. Металлические конструкции.  
Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=28857>
3. Технология металлов : произв., науч.-техн. и уч.-метод. журн. - М. : ООО "Наука и технологии", (1998-2015) . - № 1-12. - ISSN 1684-2499.
4. Сварочное производство : науч.-техн. и произв. журн. - М. : Технология машиностроения, 1990 -2015 . - № 1-12. - ISSN 0491-6441.

#### Методические указания:

1. Казаков Ю.Н., Каныщева Т.М. Методические указания «Газовая сварка», СГТУ Саратов 1993г.
2. Шумарин В.П., Семенов С.В., Балакин А.Н. Методические указания «Вакуумная техника», СГТУ Саратов 2002г., 19 л., ил. 1.16.
3. Основы диффузионных процессов: учеб. пособие для студ. дневной и заочной форм обучения направления 15.03.01 (150700) "Машиностроение" профиль "Оборудование и технология сварочного производства" / Я. В. Перевозникова, А. П. Перекрестов, Н. А. Вавилина ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2015 (ООО Поли-Экс). - 64 с

#### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. [http:// www.svarka-lib.com](http://www.svarka-lib.com)
2. [http:// www.mirknig.com](http://www.mirknig.com)

### **16. Материально-техническое обеспечение**

Лекционные занятия проводятся – в типовых аудиториях со стандартным оснащением для ведения лекционных занятий. Практические занятия, в том числе самостоятельные работы, проводятся в компьютерном классе с выходом в интернет. Предусмотрен показ слайдов, проведение лекций-презентаций и практических занятий с использованием наглядных пособий.

При проведении занятий преподаватель использует:

- учебный материал в электронном виде (конспекты лекций, методические указания по выполнению практических работ);
- презентации лекционного курса;
- тестовые задания для контроля знаний.

*Программно-информационное обеспечение дисциплины состоит из:*

- ОС Windows 7 с установленными лицензионными программными комплексами *Microsoft Office, Компас 3D, Solid Works*.

Перечень и описание учебных аудиторий: учебная аудитория учебной мебелью, учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и мультимедиа; компьютерный класс, укомплектованный компьютерами с выходом в интернет.

Перечень и описание помещений для самостоятельной работы: компьютерный класс, укомплектованный компьютерами с выходом в интернет.

Электронная библиотека вуза:

<http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/melellib>

Электронная информационно-образовательная среда:

<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/SM/15.03.01z/B.1.3.5.1/default.aspx>

Используемая вычислительная техника: персональные компьютеры с установленными лицензионными программными комплексами *Microsoft Office*, *Компас 3D*, *Solid Works*.

Перечень оборудования информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: система мультимедиа, состоящая из проектора, акустической системы, персонального компьютера с установленными лицензионными программными комплексами *Microsoft Office*, *Компас 3D*, *Solid Works*.