Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.07.2026 15:36:17
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/

«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория сварочных процессов

Направление подготовки
15.03.01 Машиностроение

Профиль
Комплексные технологические процессы и оборудование машиностроения

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
заочная

Москва, 2026 г.

Программу составили:
к.т.н., доц. /Латыпова Г.Р./

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Оборудование и технология сварочного производства»

к.т.н., _____ / Сафонов Е.В./

Программа согласована с руководителем
образовательной программы _____/Паршина С.А./

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 4
3. Структура и содержание дисциплины ... 4
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 4
3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 5
3.3. Содержание дисциплины ... 6
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 6
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 10
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 11
4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 11
4.2. Основная литература ... 11
4.3. Дополнительная литература ... 12
4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 12
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 12
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 12
5. Материально-техническое обеспечение ... 12
6. Методические рекомендации ... 13
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 13
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 13
7. Фонд оценочных средств ... 15
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 15
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 15
7.3. Оценочные средства ... 17

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Теория сварочных процессов» является:

– ознакомление студентов сварочной специальности с основными теоретическими представлениями в области металлургии, которые лежат в основе существующих технологий соединения конструкционных материалов;

– освоение методов выбора технологий и материалов, используемых в машиностроении;

- освоение методов создания новых технологий, машин и оборудования для этих видов производства

– изучение механических, технологических и эксплуатационных свойств металлов и сплавов;

– формирование умения практического применения методологии выбора материалов и технологий машиностроения.

- изучение сварочной специальности физических основ образования неразрывных соединений при сварке и пайке, процессов, происходящих при их формировании и смежных процессов, влияющих на соединение и его свойства.

Изучение курса «Теория сварочных процессов» способствует расширению научного кругозора в области технических наук, дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых будущий бакалавр сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

Обучение по дисциплине «Теория сварочных процессов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 - Способен технически подготавливать сварочное производство, его обеспечение и нормирование	***ИПК-1.1.*** Рассчитывает и отрабатывает технологические режимы и параметры сварки конструкций (изделий, продукции) любой сложности ***ИПК-1.2.*** Определяет необходимый состав и количество сварочного и вспомогательного оборудования, технологической оснастки, приспособлений и инструмента для производства (изготовления, монтажа, ремонта, реконструкции) сварной конструкции (изделий, продукции) ***ИПК-1.3.*** Формулирует требования к методам планирования технической и технологической подготовки производства и выполнения сварочных работ

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов), 5 семестр.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1.Заочная форма обучения

Шифр	Нагрузка	Количество	Единица измерения
Б.1.30	Дифференцированный зачет		Часы
Б.1.30	Лекции	8,00	Часы
Б.1.30	Семинарские и практические занятия	4,00	Часы
Б.1.30	СРС	96,00	Часы

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
	Семестр 5						
1	Тема 1. *Физические основы и квалификация процессов сварки.*	7	1				6
2	Тема 2. *Физико-химические процессы в дуговом разряде*	6					6
3	Тема 3. *Не дуговые термические источники энергии.*	7	1				6
4	Тема 4. *Термопрессовые и прессово-механические источники энергии*	6		1			6
3	Тема 5. Термодинамические основы металлургических процессов.	**7**	**1**				**6**
4	Тема 6. *Кинетические основы металлургических процессов.*	**6**					**6**
7	Тема 7. Металлургические процессы при сварке плавлением	6	1				6
8	Тема 8. *Особенности сварочной металлургии*	**6**		**1**			**6**
9	Тема 9. *Основные понятия и законы в расчетах тепловых процессов при сварке.*	**7**	**1**				**6**
10	Тема 10. *Распространение теплоты в простейших случаях,*	**6**					**6**
11	Тема 11. *Нагрев и плавление металла при сварке.*	**7**	**1**				**6**
12	Тема 12. *0собенности протекания тепловых процессов при некоторых способах сварки.*	**6**					**6**
13	Тема 13. *Образование сварных соединений и формирование первичной структуры металла шва и околошовной зоны*	**7**	**1**				**6**
14	Тема 14. *Фазовые и структурные*	**6**					**6**

	превращения в свариваемых металлах в твердом состоянии						
15	Тема 15. *Термодеформационные процессы при сварке. Зависимости свойств металлов и сплавов от температуры.*	**7**	**1**				**6**
16	Тема 16. *Образование трещин в сварных соединениях.*	**4**		**1**			**3**
17	Тема 17. *Явление охрупчивания и хрупкое разрушение металла сварных соединений.*	**4**		**1**			**3**
Итого		**108**	**8**	**4**			**96**

3.3. Содержание дисциплины

Тема 1. *Физические основы и квалификация процессов сварки.*

Термодинамические основы получения сварных, паяных и клеевых соединений. Элементарные связи в твердых телах и монолитных соединениях. Понятие о свариваемости материалов. Использование энергии для соединения и разъединения материалов. Преобразование и баланс энергии при сварке. Термодинамическое определение сварки. Классификация процессов сварки по источникам энергии. Термические, термопрессовые прессово-механические источники. внешние и внутренние источники. Оценка энергетической эффективности и требования к источникам энергии для сварки. Удельная погонная энергия, расходуемая при сварке как критерий эффективности источников.

Тема 2. *Физико-химические процессы в дуговом разряде* Особенности электрического разряда в газах. Проводимость металлов и газов. Элементарные процессы в плазме дуги. Потенциал ионизации.

Изучение плазмы. Понятие о термодинамике плазмы. Электронная и ионная температуры. Термическое равновесие. Квазинейтральность.

Уравнение Сага. Эффективный потенциал ионизации. Баланс энергии и температуры в столбе дуги. Приэлектродные области сварочных дуг.

Эмиссионные процессы. Катодная зона. Анодная зона. Общий баланс энергии в дуге. Магнитогидродинамика дуги. Магнитное поле столба дуги и контура дуги. Магнитное дутье. Внешнее магнитное поле и дуга. Перенос металла в дуге. Виды переноса. Силы в дуге. Импульсное управление переносом. Виды сварочных дуг. Классификация и применение. Дуга постоянного и переменного токов. Дуги с плавящимся и неплавящимся электродами. Дуги под флюсом, в газах и в вакууме. Плазменно-дуговые процессы.

Тема 3. *Не дуговые термические источники энергии.*

Электронно-лучевые источники. Физические основы. Баланс энергии при сварке. Фотоннолучевые источники. Физические основы.

Электрошлаковые, газопламенные, печные и прочие термические источники. Краткие характеристики физики источников. Особенности термических источников для разделения материалов.

Тема 4. *Термопрессовые и прессово-механические источники энергии* Классификация и элементы теории термопрессовых источников. Электрический контакт, электрическая индукция и другие источники.

Классификация и элементы теории прессово-механических источников. Прессово-механический контакт (холодная сварка), трущийся контакт, вибрирующий и ударные контакты.

Тема 5. *Термодинамические основы металлургических процессов.*

Сварочные процессы и обзор материалов, подвергающихся сварке. Их поведение при термическом сварочном воздействии. Основные понятия и определения. Приложение первого начала термодинамики. Энтальпия как температурная функция. Изменение энтальпии при фазовых и химических превращениях. Стандартные условия. Термохимические расчеты. Приложение второго закона термодинамики. Зависимость энтропии от фазового состояния и концентрации вещества. Стандартные условия. Термодинамический потенциал для энергии Гиббса. Условия равновесия. Принцип Ле-Шателье. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса-Коновалова. Константы равновесия для гетерогенных реакций. Оценка устойчивости оксидов, сульфидов и других соединений в зависимости от внешних условий: температуры, давления, концентрации.

Тема 6. *Кинетические основы металлургических процессов.*

Элементы учения о кинетике химических и диффузионных процессов. Энергия активации и зависимости скорости процесса от температуры.

Цепные реакции и их использование в сварке. Гетерогенные реакции. Влияние диффузии. Кинетический и диффузионный режимы. Гетеро- диффузия.

Тема 7. *Металлургические процессы при сварке плавлением.*

Окисление металлов в зависимости от температуры, концентрации кислорода и концентрации оксида. Процессы раскисления осаждением.

Константы раскисления. Активность раскислителей в зависимости от температуры. Комбинированные раскислители. Взаимодействие металла при сварке с газовой атмосферой. Оценка окислительной способности газовой среды. Процессы карбидообразования и их влияние на сварочные процессы. Защитные атмосферы из активных газов: CO2, H2O. Металлургические особенности. Газопламенная обработка металлов. фаз при сварке металлов. Физико-химические свойства шлаковых фаз и классификация шлаков. Взаимодействие шлака с металлом.

Термодинамическая и электрохимическая оценка взаимодействия металла со шлаком. Раскисление и легирование при обработке шлаком сварочной ванны. Рафинирование жидкого металла.

Тема 8. *Особенности сварочной металлургии* Металлургические особенности сварки металлов закрытой дугой: автоматическая сварка под слоем плавленого и керамического флюса, электрошлаковая сварка и электрошлаковый переплав металла. Металлургические особенности сварки металлов открытой дугой. Электроды с покрытиями, порошковая и голая микролегированная проволока. Системы покрытий электродов и назначение отдельных компонентов (элементов). Коэффициенты перехода (активность элементов). Вредные примеси в металлах при сварке и уменьшение их влияния путем

обработки шлаками металла сварочной ванны и капель электродного металла. Газы в металлах и их влияние на процессы сварки и свойства сварных соединений. Взаимодействие с металлом газов из атмосферы дуги (водород, азот). Распределение водорода и его сегрегация в зоне термического влияния. Роль водорода в возникновении пор и трещин в сварном соединении.

Тема 9. *Основные понятия и законы в расчетах тепловых процессов при сварке.*

Основные понятия и определения. Схематизация нагреваемых тел. Закон теплопроводности Фурье. Поверхностная теплоотдача: конвективный и лучистый теплообмен. Краевые условия. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Схематизированные источники теплоты: мгновенные точечный, линейный, плоский, объемный. Принцип наложения. Непрерывно действующие источники теплоты. Сварочные источники теплоты. Электрическая дуга, газовое пламя, плазменная струя и их схематизация. Электрошлаковый источник теплоты, электронный луч, фотонный луч, плазменная дуга и их схематизация Тема 10. *Распространение теплоты в простейших случаях,* Распространение теплоты от действия мгновенных сосредоточенных источников, от непрерывно действующих неподвижных источников теплоты, при выравнивании температур. Движущиеся сосредоточенные источники теплоты постоянной мощности: точечный на

поверхности полубесконечного тела, линейный в бесконечной пластине, плоский в бесконечном стержне. Периоды теплонасыщения и выравнивания температур при нагреве тел движущимися источниками теплоты. Быстродвижущиеся источники теплоты (точечный, линейный). Влияние ограниченности размеров тела на процессы распространения теплоты. Движение источника теплоты вблизи края тела. Движущийся точечный источник на поверхности плоского слоя. Быстродвижущийся точечный источник на поверхности плоского слоя. Нагрев от края. Нагрев тел вращения. Нагрев узких пластин. Учет распределенности источника теплоты в расчетах. Мгновенный нормально круговой источник теплоты в тонкой пластине и на поверхности полубесконечного тела. Движущийся нормально круговой источник теплоты.

Тема 11. *Нагрев и плавление металла при сварке.*

Проплавление основного металла. Тепловая эффективность процесса сварки. Влияние режима сварки и теплофизических свойств металла на поле температур. Ширина зоны нагрева выше заданной температуры. Термический цикл при однопроходной сварке и его основные характеристики. Максимальные температуры. Мгновенная скорость охлаждения при определенной температуре. Длительность пребывания металла выше определенной температуры. Термический цикл и его регулирование при многослойной сварке. Нагрев и плавление металла электрода: при ручной дуговой сварке штучными электродами, при электрошлаковой сварке, при механизированных способах дуговой сварки.

Тема 12. *0собенности протекания тепловых процессов при некоторых способах сварки.*

Тепловые процессы при электрошлаковой сварке, при разных способах контактной электрической сварки (стыковой, точечной, шовной), при сварке трением, ультразвуковой, взрывом, электронно-лучевой, лазерной.

Тема 13. *Образование сварных соединений и формирование первичной структуры металла шва и околошовной зоны* Классификация способов сварки по состоянию соединяемых поверхностей. Условия образования связей при сварке в твердом состоянии. Роль пластической деформации и температуры в образовании связей. Диффузионные процессы при сварке в твердом состоянии однородных и разнородных металлов. Условия образования связей при контакте жидкой и твердой фаз. Понятие о смачиваемости и растекаемости. Роль флюсов в образовании соединений. Физические процессы в зоне контакта твердой и жидкой фаз: диффузия, образование жидких растворов, кристаллизация на подкладке, образование эвтектических сплавов, твердых растворов и химических соединений. Образование сварного соединения при сварке плавлением. Расплавление основного металла и коэффициент формы шва. Факторы, влияющие на конфигурацию поверхности сварочной ванны: тип источника нагрева, режим сварки, форма сварного соединения, характер разделки кромок, теплофизические свойства металла и др. Особенности кристаллизации сварных швов. Общие положения теории кристаллизации. Условия равновесия, зарождение центров кристаллизации гомогенное и гетерогенное. Особенности затвердения металла сварочной ванны и формирование сварного шва. Факторы, влияющие на первичную структуру сварного шва. Влияние способов сварки и параметров режима на характер кристаллизации и направление осей кристаллитов. Скорость кристаллизации в различных зонах сварного шва. Виды первичной структуры металла сварного шва.

Химическая неоднородность сварного шва. Понятие о концентрационном и термическом переохлаждении. Влияние режима сварки на степень химической неоднородности и распределение примесей. Ликвация сплавов в процессе кристаллизации. Химическая неоднородность в зоне сплавления. Диффузия примесей в твердой фазе. Коэффициент сегрегации. Влияние неоднородности сварного соединения на его свойства.

Меры уменьшения химической неоднородности металлов при сварке. Физическая неоднородность кристаллической структуры сварного соединения. Дефекты

кристаллического строения. Вакансии, внедренные атомы и атомы замещения. Понятие о дислокациях, виды дислокации.

Физическая неоднородность характерных участков сварного соединения. Способы уменьшения физической неоднородности.

Тема 14. *Фазовые и структурные превращения в свариваемых металлах в твердом состоянии* Структурные превращения при нагреве и охлаждении в сталях. Характерные структурные зоны, области и участки металла в сварных соединениях. Влияние термического цикла на степень аустенизации сталей при сварке. Процессы растворения карбидов при термическом цикле сварки. Гомогенизация аустенита при сварке. Рост зерна. Образование вторичной структуры металла шва и зоны термического влияния.

Вторичные границы зерен в твердых растворах и чистых металлах. Образование полигональных границ. Характер превращения аустенита в зависимости от скорости охлаждения при сварке. Превращения в сталях в зоне отпуска. Рекристаллизационные процессы. Старение металлов.

Понятие о деформационном и термическом старении. Мартенситностареющие стали. Влияние легирующих элементов на упрочнение мартенсита при старении. Старение сплавов на алюминиевой основе. Структура и свойства шва и околошовной зоны различных групп металлов и сплавов. Микроструктура шва и зон термического влияния при различных способах сварки. Сварные соединения низкоуглеродистой стали, закаливающихся сталей, высоколегированных сталей аустенитного и ферритного классов. Строение сварных соединений цветных металлов и сплавов.

Тема 15. *Термодеформационные процессы при сварке. Зависимости свойств металлов и сплавов от температуры.*

Типичные дилатометрические кривые металлов при сварке. Виды деформаций при сварке: свободные (температурные), собственные (внутренние) и формоизменения (наблюдаемые); связь между указанные видами деформаций. Деформации упругие и пластические.

Продольные, поперечные и сдвиговые деформации при сварке. Понятие о термодеформационном цикле сварки. Пластические деформации и характер их распределения в сварных соединениях. Концентрация деформаций. Кинетика деформаций в высокотемпературной зоне сварных соединений, вызываемых изгибом свариваемых элементов. Роль закреплений в формировании деформаций. Типичные поля остаточных напряжений в сварных соединениях. Влияние режимов сварки, подогрева и интенсификации охлаждения на термодеформационные процессы при сварке.

Тема 16. *Образование трещин в сварных соединениях.*

Механические свойства металлов и сплавов в условиях воздействия сварочного термического цикла. Характер изменения прочности и пластичности поликристаллических тел в области высоких температур. Внутри- и межкристаллитная деформация. Температурные интервалы

хрупкости в области околосолидусных температур. Кристаллизационные и полигонизационные горячие трещины, гипотезы природы их образования, факторы, влияющие на образование горячих трещин при сварке. Способы оценки сопротивляемости сплавов образованию горячих трещин при сварке: безобразцовые методы, технологические и лабораторные пробы, количественные методик. Методы борьбы с горячими трещинами при сварке. Холодные трещины при сварке. Склонность сплавов, претерпевают полиморфные превращения при сварке, к образованию трещин при длительном нагружении. Факторы, определяющие возникновение холодных трещин в сварных соединениях.

Механизм разрушения. Влияние режимов сварки, состава сплавов на возникновение холодных трещин. Способы оценки сопротивляемости сварных .соединений образованию холодных трещин: безобразцовые методы, технологические и лабораторные пробы, количественные методики. Меры борьбы с появлением холодных трещин в сварных соединениях.

Тема 17. *Явление охрупчивания и хрупкое разрушение металла сварных соединений.*

Деформационное и термическое старение при сварке. Охрупчивание в связи с фазовыми превращениями. Методы оценки степени охрупчивания. Способы предотвращения охрупчивания металла сварных соединений. Предотвращения трещин.

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическая работа 1. Определение эффективной мощности сварочных источников теплоты колометрическим методом. – 1 час.

Оснащение:

- Участок сварки плавлением. Основное оборудование: сварочный инвертор ISI 5 CL, автомат для дуговой сварки АДФ-1202, сварочный трансформатор ТД-200, сварочный выпрямитель ВДУ-1202, полуавтомат сварочный МП3-4А с источником ВДУ- 3020, сварочный автомат АДГ-502, преобразователь сварочный ПС-200, универсальный электростатический фильтр ЭФВА 1-06

Практическая работа 2. Нагрев и расплавление электродов. – 1 час.

Оснащение:

- Участок сварки плавлением. Основное оборудование: сварочный инвертор ISI 5 CL, автомат для дуговой сварки АДФ-1202, сварочный трансформатор ТД-200, сварочный выпрямитель ВДУ-1202, полуавтомат сварочный МП3-4А с источником ВДУ- 3020, сварочный автомат АДГ-502, преобразователь сварочный ПС-200, универсальный электростатический фильтр ЭФВА 1-06

Практическая работа. Проплавление основного металла при наплавке валиков. – 2 час.

Оснащение:

- Участок сварки плавлением. Основное оборудование: сварочный инвертор ISI 5 CL, автомат для дуговой сварки АДФ-1202, сварочный трансформатор ТД-200, сварочный выпрямитель ВДУ-1202, полуавтомат сварочный МП3-4А с источником ВДУ- 3020, сварочный автомат АДГ-502, преобразователь сварочный ПС-200, универсальный электростатический фильтр ЭФВА 1-06

Практическая работа 4. Исследование ионизирующего действия компонентов электродных покрытий. – 1 час.

Оснащение:

- Участок сварки плавлением. Основное оборудование: сварочный инвертор ISI 5 CL, автомат для дуговой сварки АДФ-1202, сварочный трансформатор ТД-200, сварочный выпрямитель ВДУ-1202, полуавтомат сварочный МП3-4А с источником ВДУ- 3020, сварочный автомат АДГ-502, преобразователь сварочный ПС-200, универсальный электростатический фильтр ЭФВА 1-06

3.4.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

4.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект – не предусмотрен.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Нормативные документы и ГОСТы

ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. соединения сварные

ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. соединения сварные основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. соединения сварные основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 3242-79 Соединения сварные методы контроля качества

ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 11969-79 Сварка плавлением. Основные положения и их обозначения

ГОСТ 19521-74 ГОСТ 28915-91 Сварка лазерная импульсная. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размерыСварка металлов. Классификация

ГОСТ 34061-2017 Сварка и родственные процессы. Определение содержания водорода в наплавленном металле и металле шва дуговой сварки

ГОСТ Р ИСО 857-1-2009 Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 1. Процессы сварки металлов. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО 4063-2010 Сварка и родственные процессы. Перечень и условные обозначения процессов

ГОСТ 3.1705-81 Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Сварка.

ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ 11969-79 Сварка плавлением. Основные положения и их обозначения.

ГОСТ 19521-74 Сварка металлов. Классификация.

ГОСТ 29273-92 Свариваемость. Определение.

ГОСТ 23870-79 Свариваемость сталей. Метод оценки влияния сварки плавлением на основной металл.

ГОСТ 30430-96 Сварка дуговая конструкционных чугунов. Требования к технологическому процессу.

ГОСТ 30482-97 Сварка сталей электрошлаковая. Требования к технологическому процессу.

ГОСТ 29297-92 Сварка, высокотемпературная и низкотемпературная пайка, пайкосварка металлов. Перечень и условные обозначения процессов.

ГОСТ 2.312-72 Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.

ГОСТ Р ИСО 17659-2009 Сварка. Термины многоязычные для сварных соединений.

ГОСТ Р ИСО 857-1-2009 Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 1. Процессы сварки металлов. Термины и определения.

ГОСТ 20549-75 Диффузионная сварка в вакууме рабочих элементов разделительных и формообразующих штампов. Типовой технологический процесс.

ОСТ 92-1152-75 Сварка и пайка. Подготовка поверхности деталей под сварку и пайку. Обработка сборочных единиц после сварки и пайки

ОСТ 92-1611-74 Контроль просвечиванием сварных и паяных соединений

4.2. Основная литература

1. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов / А.В.Коновалов, А.С.Куркин, Э.Л. Макаров, В.М.Неровный, Б.Ф.Якушин; Под ред. В.М.Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007. – 752 с.: ил. (47 шт)

4.3. Дополнительная литература

1. 2. Дедюх, Р.И. Теория сварочных процессов. Физические и технологические свойства электросварочной дуги [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2013. — 118 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/45134. — Загл. с экрана.

Программное обеспечение не предусмотрено.

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Теория сварочных процессов	https://online.mospolytech.ru/enrol/index.php?id=3794

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение – не предусмотрено.

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам):

1. https://lanbook.ru – ЭБС «Издательства Лань».
2. https://urait.ru – Образовательная платформа «ЮРАЙТ».
3. https://biblioclub.ru – ЭБС «Университетская библиотека онлайн.
4. https://www.elibrary.ru – Научная электронная библиотека e.LIBRARY.ru.

5. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной подготовки по дисциплине «Теория сварочных процессов».

Специализированные учебные аудитории АВ2502, АВ2503, АВ2505 и лаборатория кафедры АВ2101 «Оборудование и технология сварочного производства».

1. Раздаточные материалы по разделам курса;
2. Плакаты, слайды, демонстрационные материалы и учебные фильмы по разделам курса.
3. В ауд. 2101 Лаборатории кафедры «Оборудование и технология сварочного производства» оборудование и аппаратура на которой проводятся лабораторные работы

- контактная машина МТ1614
- машина для шовной сварки МШ2002
- машина МС502
- машина разрывная
- контактная машина МТП-1409 - 4Регуляторы цикла сварки РКМ-805

- Участок сварки плавлением. Основное оборудование: сварочный инвертор ISI 5 CL, автомат для дуговой сварки АДФ-1202, сварочный трансформатор ТД-200, сварочный выпрямитель ВДУ-1202, полуавтомат сварочный МП3-4А с источником ВДУ- 3020, сварочный авто-мат АДГ-502, преобразователь сварочный ПС-200, универсальный электростатический фильтр ЭФВА 1-06

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый интерактивный подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Теория сварочного производства» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

При этом во всех частях лекции необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

Цель практических занятий обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

В лекционных или практических необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

Преподаватель, принимающий зачёт, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомиться с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента: развитие навыков самостоятельной учебной работы; освоение содержания дисциплины; углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины; использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету и экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы: самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; подготовка к лекционным и практическим занятиям; подготовка к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

6.2.4. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS Мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

7. Фонд оценочных средств

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки преподавание дисциплины проводится в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля: контроль текущей успеваемости (текущий контроль); промежуточная аттестация.

Результаты обучения (успеваемости) контролируются и оцениваются с помощью тематических заданий (практические работы), промежуточного тестирования, контрольных работ, итогового тестирования, итоговой аттестации (зачет, экзамен).

За **три дня до даты проведения промежуточной аттестации (не включая дату проведения промежуточной аттестации)** студенты должны выполнить все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

Перечень оценочных средств по дисциплине			
№ ОС	**Наименование оценочного средства**	**Краткая характеристика оценочного средства**	**Представление оценочного средства в ФОС**
1	Устный опрос – зачет, экзамен	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Перечень вопросов
2	Практические работы	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом	Перечень практических работ
3	Контрольная работа	Запланированная проверка знаний в письменной форме. Анализ контрольных работ – дает представление об общем уровне подготовки группы и об уровне знаний каждого учащегося	Темы контрольных работ
4	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение видов работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов и итогового теста не ниже, чем на 69% правильных ответов. Промежуточные тестирования, а также итоговое тестировние могут проводиться как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачетно-экзаменационной сессии.

Регламент промежуточной аттестации (дифференцированный зачет):

1. Дифференцированный зачет по дисциплине «Теория сварочных процессов» проводиться в устной, либо в устно-письменной форме по вопросам для подготовки к промежуточной аттестации.
2. Устно студент отвечает без предварительной подготовки. После ответа на вопросы, при необходимости, преподаватель может попросить студента дать пояснения к ответам на экзаменационные вопросы, а также задать дополнительные вопросы по сдаваемой дисциплине.
3. Время на подготовку письменного ответа до 30 минут. Ответ на вопросы сдается преподавателю в письменном виде. При необходимости преподаватель может попросить у студента устные пояснения, а также задать дополнительные вопросы по сдаваемой дисциплине.
4. Форма проведения итоговой аттестации оглашается на последнем занятии по дисциплине.
5. Учебниками и конспектами лекций во время проведения итоговой аттестации пользоваться не разрешается.
6. Итоговая аттестация по дисциплине осуществляется в форме устного дифференцированный зачет. Студенту предоставляется билет с двумя вопросами.

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Контрольная работа

Контрольной работой считается запланированная преподавателем проверка знаний преимущественно в письменной форме. Это, промежуточный метод определения существующих знаний студента, который представляет собой ряд ответов в письменном виде, предоставленных на определенные вопросы из теоретической части содержания дисциплины.

Вид контрольной работы: аудиторная (ответ на контрольные вопросы).

Особенности аудиторных контрольных работ: работа выполняется в аудитории и чётко ограничена во времени; студентам запрещено пользоваться любыми материалами (учебниками и конспектами лекций); проверка происходит по конкретным темам (темы сообщаются заранее).

Анализируя выполненные контрольные работы, преподаватель получает представление об общем уровне подготовки группы и об уровне знаний каждого учащегося.

Темы контрольных работ:

Тема 1. Физические основы и квалификация процессов сварки.

1. Физические основы получения сварных, паяных и клеевых соединений. Элементарные связи в твердых телах и монолитных соединениях,

процесса сварки.

2. Преобразование и баланс энергии при сварке. Термодинамическое определение сварки

Тема 2. Физико-химические процессы в дуговом разряде

1. Особенности электрического разряда в газах. Дуговой разряд

2. Способы возбуждения сварочной дуги

Тема 3. Не дуговые термические источники энергии.

1. Физические основы получения электронного луча и устройство электроннолучевых установок

2. Особенности электроннолучевой сварки.

Тема 4. Термопрессовые и прессово-механические источники энергии

1. Термомеханические источники энергии: классификация и элементы теории

2. Физические основы электроконтактной сварки

Тема 5. Термодинамические основы металлургических процессов.

1. Термодинамические основы металлургических процессов при сварке

2. Первое и второе начала термодинамики

Тема 7. Металлургические процессы при сварке плавлением.

1. Константы равновесия.

2. Элементы учения о кинетике химических и диффузионных процессов.

Тема 8. Особенности протекания тепловых процессов при некоторых способах сварки

1. Тепловые процессы при электрошлаковой сварке

2. Тепловые процессы при контактной сварке сопротивлением и контактной сварке непрерывным оплавлением

Тема 9. Образование сварных соединений и формирование первичной структуры металла шва и околошовной зоны

1. Понятие свариваемости

2. Гомогенная кристаллизация

3. Гетерогенная кристаллизация и скорость кристаллизации

4. Типы первичной структуры при кристаллизации

Тема 10. Фазовые и структурные превращения в свариваемых металлах в твердом состоянии

1. Характерные зоны сварных соединений
2. Темодинамика и кинетика фазовых превращений в твердом состоянии

Тема 11. Термодеформационные процессы при сварке. Зависимости свойств металлов и сплавов от температуры

1. Сварочные деформации и напряжения
2. Свойства металлов при температурах сварочного термического цикла

Тема 12. Образование трещин в сварных соединениях

1. Природа и механизм холодных трещин
2. Способы оценки склонности металла сварных соединений к холодным трещинам
3. Способы повышения сопротивляемости сварных соединений легированных ста-лей

Шкала оценки		
Шкала оценивания		**Описание**
Отлично	Зачтено	В работе присутствуют все структурные элементы, вопросы раскрыты полно, изложение материала логично, выводы аргументированы.
Хорошо	Зачтено	В работе есть 2-3 незначительные ошибки, изложенный материал не противоречит выводам.
Удовлетворительно	Зачтено	Один из вопросов раскрыт не полностью, присутствуют логические и фактические ошибки, плохо прослеживается связь между ответом и выводами.
Неудовлетворительно	Не зачтено	Два и более из вопросов раскрыты не полностью, присутствуют логические и фактические ошибки, плохо прослеживается связь между ответом и выводами.

Тестирование

Тестирование – это форма измерения знаний обучающихся, основанная на применение тестов.

Тест – это система заданий, ограниченное во времени испытание, позволяющая качественно оценить структуру и измерить уровень знаний по дисциплине.

Учебниками и конспектами лекций во время тестирования пользоваться не разрешается.

Образцы вопросов из фонда тестовых заданий:

1. Аппарат, преобразующий переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты и служит для питания сварочной дуги называется:

1) Сварочным выпрямителем
2) Сварочным трансформатором
3) Сварочным генератором
4) Сварочный преобразователь

2. В каких из перечисленных способов сварки есть механизация

1) ручная
2) полуавтоматическая
3) автоматическая

3. В какой зоне металл наиболее хрупкий?

1) зоне сплавления
2) зоне термического влияния
3) зоне металла шва

4. В какой зоне сварного шва часто возникают трещины?

1) зоне сплавления
2) зоне термического влияния
3) зоне металла шва

5. В этом соединении свариваемые элементы располагаются в одной плоскости или на одной поверхности. Какой это тип соединения?

1) Стыковое
2) Угловое
3) Тавровое
4) Нахлесточное

6. Визуальный осмотр прихваток осуществляется:

1) только с использованием лупы с 4-х ... 7 кратным увеличением
2) только невооруженным глазом
3) невооруженным глазом или с использованием лупы с 4-х ... 7 кратным увеличением

7. Внешняя характеристика источника питания для ручной дуговой сварки:

1) жесткая
2) пологая
3) падающая
4) возрастающая

8. Возбуждение сварочной дуги производится

1) твердым соприкосновением электрода с поверхностью заготовки
2) резким толчком заготовки электродом
3) постукиванием или легким касанием электрода по заготовке

9. Время, необходимое для подъема напряжения от нуля до напряжения повторного зажигания дуги (до 30 В) не должно превышать:

1) 0,05 с
2) 0,005 с
3) 0,5 с
4) 5 с

10. Выполнять сварные швы можно в пространственных положениях:

1) любом
2) только нижнем
3) вертикальном
4) потолочном

Шкала оценки		
Оценка		**Количество правильных ответов**
Зачтено	Отлично	от 95% до 100%
Зачтено	Хорошо	от 85% до 94%
Зачтено	Удовлетворительно	от 71% до 84%
Не зачтено	Неудовлетворительно	70% и менее правильных ответов

Практические работы

Практическая работа – это форма контроля полученных и усвоенных студентом знаний по дисциплине, представленная в виде индивидуальной теоретически-практической работы.

Тематика практических работ приведена в п.3.4.1 рабочей программы дисциплины.

Шкала оценки		
Шкала оценивания		**Описание**
Отлично	Зачтено	Оценка выставляется при выполнении практической работы в полном объеме; работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании; на все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения.
Хорошо	Зачтено	Оценка выставляется при выполнении практической работы в полном объеме; работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; студент недостаточно владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя; на большинство вопросов даны правильные ответы, защищает свою точку зрения достаточно обосновано.
Удовлетворительно	Зачтено	Оценка выставляется при выполнении практической работы в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов; студент усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически; на вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки, неуверенно защищает свою точку зрения.
Неудовлетворительно	Не зачтено	Практическая работа не выполнена, либо выполнена не в полном объеме. Студент не может защитить свои решения, допускает грубые фактические ошибки при ответах на поставленные вопросы или вовсе не отвечает на них.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации: диф.зачет.

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение видов работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов и итогового теста не ниже, чем на 69% правильных ответов.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачетно-экзаменационной сессии.

Регламент промежуточной аттестации (диф.зачет):

Зачет по дисциплине «Теория сварочных процессов» проводиться в устной, либо в устно-письменной форме по вопросам для подготовки к промежуточной аттестации.

Устно студент отвечает без предварительной подготовки. После ответа на экзаменационные вопросы, при необходимости, преподаватель может попросить студента дать пояснения к ответам на экзаменационные вопросы, а также задать дополнительные вопросы по сдаваемой дисциплине.

Время на подготовку письменного ответа до 30 минут. Ответ на вопросы сдается преподавателю в письменном виде. При необходимости преподаватель может попросить у студента устные пояснения, а также задать дополнительные вопросы по сдаваемой дисциплине.

Форма проведения итоговой аттестации оглашается на последнем занятии по дисциплине.

Учебниками и конспектами лекций во время проведения итоговой аттестации пользоваться не разрешается.

Вопросы для подготовки к зачету

Примерный перечень вопросов для зачета в 5 семестре

1. Физические основы получения сварных, паяных и клеевых. Элементарные связи в твердых телах и монолитных соединениях, процесса сварки.
2. Преобразование и баланс энергии при сварке. Термодинамическое.
3. Классификация процессов сварки по источникам энергии.
4. Оценка энергетической эффективности и требования к энергии при сварке.
5. Особенности электрического разряда в газах. Дуговой разряд.
6. Способы возбуждения сварочной дуги.
7. Элементы термодинамики плазмы: температура плазмы, термическое равновесие.
8. Баланс энергии и температура в столбе дуги.
9. Приэлектродные области сварочных дуг.
10. Магнитное поле столба дуги и контура дуги. Магнитное дутье.
11. Внешнее магнитное поде и дуга.
12. Перенос металла в дуге. Виды переноса.
13. Виды сварочных дуг. Классификация и применение.
14. Дуга постоянного и переменного тока.
15. Сварочные дуги с плавящимся и неплавящимся электродами.
16. Плазменно-дуговые процессы. Плазматроны прямого и косвенного
17. Физические основы получения электронного луча и устройство электроннолучевых установок.
18. Особенности электроннолучевой сварки.
19. Фотоннолучевые источники энергии. Принципы получения и характеристика лазерного излучения.
20. Принципиальное устройство твердотельных, газовых и полупроводниковых лазеров.
21. Воздействие лазерного излучения на металлы.
22. Электрошлаковый источник энергии.
23. Газопламенный источник энергии.
24. Термомеханические источники энергии: классификация и элементы теории.
25. Физические основы электроконтактной сварки.
26. Физические основы сварки токами высокой частоты (ТВЧ).

27. Прессово-механнческие источники энергии: классификация и элементы теории. Холодная сварка.

28. Трущийся и ударный контакты. Сущность сварки трением, ультразвуковой, взрывом

29. Сравнительные характеристики источников тепла при сварке.

30. Термодинамические основы металлургических процессов при сварке.

31. Понятие о термодинамической системе, видах с параметрах.

32. Первое и второе начала термодинамики. Термодинамическое равновесие. Принцип Ле-Шателье.

33. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса-Коновалова. Константы равновесия.

34. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса-Коновалова. Константы равновесия.

35. Элементы учения о кинетике химических и диффузионных процессов.

36. Понятие об упругости диссоциации окислов.

37. Система железо-кислород.

38. Система железо-азот.

39. Система железо-водород.

40. Назначение и свойства шлаков.

41. 0кисление и раскисление в системе металл-шлак-газ.

42. Классификация флюсов. Особенности металлургических процессов при сварке под флюсом.

43. Особенности металлургических процессов при электрошлаковой сварке.

44. Классификация электродов для ручной дуговой сварки по назначению, способу нанесений и типу покрытия.

45. Особенности металлургических процессов при сварке

46. Рафинирование металла при сварке.

47. Легирование металла при сварке.

48. Защитные газы при сварке.

49. Металлургические процессы при сварке в инертных защитных газах.

50. Особенности сварки в углекислом газе.

51. Назначение компонентов покрытий для РДС.

52. Вакуумная защита сварочной ванны

53. Вредные примеси в металле при сварке и их удаление.

1. Сварочная ванна, ее типы.

2. Структура и свойства металла в сварных соединениях.

3. Первичная кристаллизация металла сварочной ванны.

4. Характерные зоны металла в сварных соединениях.

5. Химическая неоднородность металла на границах кристаллизационных слоев.

6. Структурные превращения низкоуглеродистой стали при нагреве.

7. Вторичная кристаллизация и строение сварного соединения.

8. Структурные превращения низкоуглеродистой стали при охлаждении.

9. Формирование зоны термического влияния и ее влияние на характеристику сварного шва.

10. Структура и свойства металла зоны термического влияния при сварке закаливающихся сталей.

11. Деформационная способность металла при сварке.

12. Холодные трещины в сварных соединениях.

13. Температурный интервал хрупкости.

14. Технологическая свариваемость металлов.

15. Горячая трещина, ее виды.

16. Чувствительность стали к термическому циклу сварки.

17. Проба ИМЕТ и валиковая проба.

18. Ликвационные процессы при кристаллизации сварного шва.
19. Способы устранения ликвационных прослоек.
20. Принципы выбора сварочных материалов.
21. Процессы кристаллизации при сварке.
22. Деформации в сварных образцах при получении продольных швов.
23. Горячие трещины при сварке, причины их возникновения.
24. Влияние легирующих элементов на механические свойства сварного шва.
25. Меры борьбы с горячими трещинами.
26. Низкоуглеродистые стали и их свариваемость.
27. Свойства металла в околошовной зоне при сварке высоколегированных сталей.
28. Деформации в сварных образцах при получении продольных швов.
29. Температурный интервал хрупкости.
30. Структурные превращения низкоуглеродистой стали при нагреве.
31. Ликвационные процессы при кристаллизации сварного шва. Способы устранения ликвационных прослоек.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме ***экзамена*** проводится по билетам в письменной форме.

Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы (не более 40 мин.);
- время на выполнение задания;
- время на доклад (ответ) на заданный вопрос (тему).

По итогам промежуточной аттестации по дисциплине в форме диф.зачета в 5 семестре выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.

Неудовлетворительно	Не выполнены **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.