

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Декан ФСТ

С.В. Ананьин

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.ДВ.2.2 «Тепловые и металлургические процессы в сварочных технологиях»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **15.03.01
Машиностроение**

Направленность (профиль, специализация): **Оборудование и технология сварочного производства**

Статус дисциплины: **дисциплины (модули) по выбору**

Форма обучения: **очная**

| Статус | Должность | И.О. Фамилия |
|---------------|---|---------------------|
| Разработал | доцент | В.П. Тимошенко |
| Согласовал | Зав. кафедрой «МБСП» | М.Н. Сейдуров |
| | руководитель направленности (профиля) программы | М.Н. Сейдуров |

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код компетенции из УП и этап её формирования | Содержание компетенции | В результате изучения дисциплины обучающиеся должны: | | |
|--|---|--|--|--|
| | | знать | уметь | владеть |
| ПК-1 | способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки | специальные методы библиографического поиска необходимой научно-технической информации | пользоваться электронными каталогами и поиском информации в интернете | терминологией соответствующего профиля |
| ПК-10 | умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению | методы контроля качества в машиностроении и приёмы анализа причин снижения качества | анализировать причины нарушения технологических процессов и снижения качества изделий; уметь разрабатывать мероприятия по их | методами контроля качества и анализа причин брака в машиностроении и разработки мероприятий повышения качества |
| ПК-2 | умением обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов | назначение и возможности офисных прикладных программных продуктов; методы пользования современными базами данных, информационными справочными и поисковыми системами, имеющимися в сети Интернет | проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов | навыками работы с прикладным программным обеспечением для решения задач по планированию эксперимента, построения адекватной модели и ее исследованию |
| ПК-3 | способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения | Правила составления научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения | Четко формулировать свои мысли, анализировать результаты своей научной деятельности и излагать полученные результаты | навыками систематизации сведений о передовом опыте и новых технологиях |
| ПК-4 | способностью участвовать в работе над инновационными | методические, нормативные и | выполнять работы в области | методами проведения комплексного |

| Код компетенции из УП и этап её формирования | Содержание компетенции | В результате изучения дисциплины обучающиеся должны: | | |
|--|--|---|--|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| | проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности | руководящие материалы по доводке и освоению технологических процессов | проектирования технологических процессов | технико-экономического анализа для обоснованного принятия решений |
| ПК-7 | способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Правила составления научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения | Четко формулировать свои мысли, анализировать результаты своей научной деятельности и излагать полученные результаты | Навыками оформления законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия техническим условиям |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

| | |
|---|---|
| Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины. | Введение в специальность, Математика, Материаловедение, Основы технологии машиностроения, Технологическая практика, Физика, Химия, Электротехника и электроника |
| Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения. | Инженерное обеспечение производства сварных конструкций, Инженерное обеспечение производства сварных конструкций, Источники питания для сварки и сварочное оборудование, Основы проектирования заготовительного и сварочного производства, Преддипломная практика, Производство сварных конструкций в машиностроении, Сварные соединения и конструкции из металлических и полимерных материалов, Сварочные процессы и оборудование, Технологические основы производства сварных машиностроительных конструкций, Технология и оборудование для сварки машиностроительных конструкций |

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 10 / 360

| Форма обучения | Виды занятий, их трудоемкость (час.) | | | | Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час) |
|----------------|--------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---|
| | Лекции | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа | |
| очная | 68 | 51 | 34 | 207 | 172 |

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 6

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

| Виды занятий, их трудоемкость (час.) | | | | Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час) |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---|
| Лекции | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа | |
| 34 | 34 | 34 | 78 | 108 |

Лекционные занятия (34ч.)

1. Введение {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[4,6] Изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки

Методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности. Анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и мероприятия по их предупреждению

Моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования. Эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

Научные отчеты по выполненному заданию и внедрение результатов исследований и разработок в области машиностроения

Работа над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности.

Проектно-конструкторские работы . Проверка соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

2. Металлические и неметаллические материалы, применяемые для конструкций с монолитными соединениями. Строение материалов конструкций с монолитными соединениями {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[4,6] Атомарно-молекулярные связи. Кристаллические и аморфные тела. Роль конструкций с монолитными соединениями деталей между собой в современном мире. Связь между работоспособностью сварных конструкций и свойствами применяемых основных и присадочных материалов.

3. Схема получения монолитных соединений {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4,6] Механизм образования монолитных соединений кристаллических и аморфных тел. Жидкая, твердая фаза, диффузия, адгезия, реологическое течение

4. Образование металлических монолитных соединений (источники энергии). Дуговой разряд, газовое пламя, шлаковая ванна. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (7ч.)[4,6] Возбуждение дуги и её зоны. Процессы в столбе дуги, газовом пламени, шлаковой ванне. Перенос металла в сварочных источниках энергии.

5. Свариваемость металлических материалов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[4,6] .Физическая и технологическая свариваемость. Показатели свариваемости. Легирующие элементы и их воздействие на превращения и свойства фаз. Горячие и холодные трещины. Методы оценки склонности сталей к образованию трещин при сварке. Способы повышения сопротивляемости сварных соединений образованию трещин. Поры и неметаллические включения в сварных швах. Влияние технологических дефектов на прочность сварных соединений.

6. Свариваемость полимерных материалов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (7ч.)[4,6] Зависимость физического состояния термопластов от температуры. Условия образования монолитного соединения термопластов.

7. Формирование структуры шва и зоны термического влияния металлических материалов. Проблемы деструкции сварных соединений полимерных материалов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (6ч.)[4,6] Образование сварочной ванны, формирование и кристаллизация металла шва. Образование и строение зоны термического влияния. Реология и диффузия в полимерных сварных соединениях.

Практические занятия (34ч.)

1. Зависимость свойств материалов от температуры. {творческое задание} (4ч.)[5] Передача теплоты теплопроводностью, конвекцией, излучением в различных типах сред.

2. Поверхностный нагрев свариваемых твердых тел. {творческое задание} (2ч.)[5] Классификация сварочных источников теплоты. Связь между схемами нагрева и реальными процессами сварки

3. Расчеты температурных полей при различных схемах нагрева. {творческое задание} (6ч.)[5] Инженерные расчеты тепловых процессов при сварке.

Температурные поля.

4. Нагрев изделий из полимерных материалов генерированием тепловой энергии в стыке. {творческое задание} (2ч.)[5] Нагрев трением, ультразвуком, ТВЧ.

5. Применимость мгновенных источников теплоты в расчетах режимов сварки. {творческое задание} (4ч.)[5] Мгновенный точечный источник в бесконечном теле. Мгновенный линейный источник в бесконечной пластине. Мгновенный плоский источник в бесконечном стержне.

6. Применение принципа суперпозиции при расчетах температурных полей. {творческое задание} (4ч.)[5] Совокупность однотипных мгновенных источников, действующих в одной и той же области пространства в последовательные моменты времени.

7. Другие типы источников теплоты. {творческое задание} (2ч.)[5] Непрерывно действующий точечный источник теплоты постоянной мощности. Стационарное температурное поле.

8. Другие типы источников теплоты. {творческое задание} (2ч.)[5] Формы изотермических поверхностей в бесконечном теле, пластине и стержне.

9. Типы границ нагреваемых тел. {творческое задание} (2ч.)[5] Нагрев различных типов тел подвижными источниками теплоты. Изотермическая граница. Адиабатическая граница. Граница с теплообменом.

10. Температурные поля предельного состояния при распространении теплоты массивном теле, в бесконечной пластине, в плоском слое, в бесконечном стержне. {творческое задание} (2ч.)[5] Периоды теплонасыщения и выравнивания температур.

11. Типы распределенных источников теплоты. {творческое задание} (2ч.)[5] Различие в воздействии мгновенного и подвижного нормально-круговых источников на нагреваемые тела.

12. Геометрия сварного соединения. {творческое задание} (2ч.)[5] Эффективный к.п.д. Расчет размеров зоны проплавления. Тепловая эффективность процесса проплавления. Нагрев и плавление присадочного металла. Термический цикл при многослойной сварке. Особенности протекания тепловых процессов при различных видах сварки.

Лабораторные работы (34ч.)

1. Жизненный цикл электрической сварочной дуги. {тренинг} (4ч.)[1,4] Зажигание и развитие сварочной дуги. Статическая вольтамперная характеристика дуги. Строение и свойства сварочной дуги. Виды сварочных дуг. технологические свойства дуги. Магнитное дутье при сварке. Перенос металла в сварочной дуге.

2. Действие компонентов электродных покрытий и флюсов на дугу. {тренинг} (4ч.)[1,4] Компоненты, входящие в состав электродных покрытий. Действие компонентов на горение дуги. Компоненты флюсов и их воздействие на горение дуги.

3. Образование дефектов-пор при электродуговой сварке. {тренинг} (4ч.)[1,4] Причины образования пор в сварном шве. Методы выявления пор в сварных швах. Способы предупреждения появления пор в сварных швах.

4. Потери энергии при горении дуги. Тепловая эффективность электродуговой дуги. {тренинг} (4ч.)[1,4] Тепловая мощность дуги. Эффективный к. п. д. нагрева. Влияние длины дуги на эффективный к.п.д. Виды потерь энергии дуги при различных способах дуговой сварки.

5. Действие тепла дуги на шов и з.т.в. {тренинг} (4ч.)[1,4] Получить практические навыки работы с диаграммой железо-углерод. Равновесие фаз состава железоуглеродистого сплава и температуры нагрева изменяются структура сталей и чугунов, количество и состав фаз в них, находящихся в равновесии.

6. Структура наплавленного металла шва. {тренинг} (4ч.)[1,4] Основные закономерности формирования первичной структуры наплавленного металла шва.

7. Влияние параметров режима сварки на структуру и свойства соединений из углеродистых сталей, полученных различными способами. {тренинг} (10ч.)[1,4] Изучить микроструктуру сварных соединений из углеродистых сталей и установить связь между структурой и свойствами сварных швов из данных сталей. Защита отчетов по лабораторным работам

Самостоятельная работа (78ч.)

1. Подготовка к лекциям {творческое задание} (16ч.)[4,6] Проработка лекционного материала и самостоятельное изучение тем.

2. Подготовка лабораторным работам. {творческое задание} (11ч.)[1,4,6] Оформление отчетов по лабораторным работам и их защита в конце лабораторных занятий.

3. Подготовка к практическим заданиям {творческое задание} (6ч.)[5] Изучение теоретического материала

4. Подготовка к зачету {творческое задание} (9ч.)[4,5,6] Контрольные опросы (текущая аттестация), зачет

5. Экзамен {творческое задание} (36ч.)[4,5,6] Успешное выполнение контрольных работ и защита лабораторных работ. Проработка лекционного и дополнительного материала.

Семестр: 7

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

| Виды занятий, их трудоемкость (час.) | | | | Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час) |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---|
| Лекции | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа | |
| 34 | 17 | 0 | 129 | 64 |

Лекционные занятия (34ч.)

9. Проблемы свариваемости углеродистых сталей с содержанием углерода до 0,45%. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4,5,6] Влияние содержания углерода поведение углеродистых сталей на свариваемость. Углеродный эквивалент.

10. Обеспечение стойкости против образования холодных трещин при сварке низколегированных сталей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[4,5,6] Влияние содержания легирующих элементов на свариваемость и технологию сварки.

11. Свариваемость термопластов и реактопластов. Температура начала перехода и ширина температурного интервала перехода в вязкотекучее состояние на свариваемость полимеров {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[4,5,6] Термическая и химическая сварка полимеров.

12. Проблемы свариваемости низколегированных теплоустойчивых сталей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (3ч.)[4,5,6] Проблемы свариваемости низколегированных теплоустойчивых сталей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (3ч.)[4,5,6] Роль подогрева и отпуска в обеспечении работоспособности сварных соединений работающих в паропроводах котлоагрегатах.

13. Металлургические особенности и оценка свариваемости высоколегированных сталей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[4,5,6] Хромоникелевый эквивалент. Характеристика свариваемости и технологические рекомендации по сварке нержавеющей сталей.

14. Термодеструкция и ультрафиолетовая деструкция полимерных материалов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[4,5,6] Организационные и технологические методы борьбы с возможностью снижения качества сварных соединений из полимерных материалов..

15. Металлургические проблемы сварки разнородных сталей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[4,5,6] Интерметаллидные образования при сварке разнородных сталей. Технологические методы борьбы с интерметаллидами.

16. Металлургические проблемы сварки чугуна. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[4,5,6] Предварительная сопутствующая и после сварочная термообработка чугунов.

17. Технология сварки и сварочные материалы для сварки цветных материалов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (5ч.)[4,5,6] Технология сварки и сварочные материалы для сварки цветных материалов.

Лабораторные работы (17ч.)

9. Изучение влияния режимов сварки на структуру и свойств соединений из углеродистых и низколегированных сталей. {работа в малых группах} (4ч.)[1] Изучение влияния режимов сварки на структуру и свойств соединений из углеродистых и низколегированных сталей.

10. Изучение влияния режимов сварки на структуру и свойств соединений из

высоколегированных сталей. {работа в малых группах} (4ч.)[1] Структура и свойства сварных соединений хромоникелевых сталей. Горячие трещины в металле шва и околошовной зоны. Ферритная фаза.

11. Влияние подготовки поверхности поливинилхлорида на структуру и свойства сварных соединений поливинилхлорида. {работа в малых группах} (4ч.)[1] Особенности сварки поливинилхлорида и ее влияние на структуру и свойства сварного соединения из поливинилхлорида.

12. Особенности формирования соединений при экструзионной сварке полипропилена толщиной более 5 мм. {работа в малых группах} (5ч.)[1] Снижение скорости реологических и диффузионных процессов с повышением толщины полипропиленовых листов.

Самостоятельная работа (129ч.)

1. Подготовка к лекциям. {творческое задание} (20ч.)[4,5] Проработка лекционного материала и самостоятельное изучение тем

2. Подготовка к лабораторным работам. {творческое задание} (20ч.)[1,4,5] Оформление отчетов по лабораторным работам и их защита в конце лабораторных работ.

3. Расчетное задание {творческое задание} (38ч.)[2,5] Закрепить и систематизировать знания, полученные на лекциях, практических занятиях и лабораторных работах; выработать навыки самостоятельного выполнения расчетов тепловых процессов при проектировании сварных конструкций средней сложности. Научить студентов пользоваться справочной литературой по специальности и развить у них критический подход к выбору способов и режимов сварки. Сформировать профессиональные навыки специалиста сварочного производства, выработать умение применять передовые технологические процессы сварки.

4. Подготовка к зачету. {творческое задание} (15ч.)[1,2,4,5,6] Контрольные работы, выполнение расчетного задания, зачет.

5. Экзамен. {творческое задание} (36ч.)[1,4,5,6] Успешное выполнение контрольных работ, защита лабораторных работ и практических заданий

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Тимошенко В.П., Чепрасов Д.П. Материалы и их поведение при сварке: методическое руководство к проведению лабораторных работ / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова.– Барна-ул: Изд-во АлтГТУ, 2015.– 82 с. 2015.–3 экз. в

фонде.

2. Тимошенко В.П. Материалы и их поведение при сварке: методическое руководство для выполнения расчетного задания/ В.П. Тимошенко; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова.– Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015.– 10 с.–3 экз. в фонде. http://elib.altstu.ru/eum/download/mbsp/Timoshenko_TMPST_2.pdf

3. Моисеенко В.П. Материалы и их поведение при сварке: учебное пособие/ В.П. Моисеенко.– Ростов н/Д: Феникс, 2009.– 300 с.: ил.:–(Высшее образование) (7 экз.).

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

4. Тимошенко В. П. Тепловые и металлургические процес-сы в сварочных технологиях: учебное пособие в 2 ч. Ч.1 / В. П. Тимошенко, М. В. Радченко; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2016. – 261 с. http://elib.altstu.ru/eum/download/mbsp/Timoshenko_TMPST_1.pdf

5. Тимошенко, В. П. Тепловые и металлургические процес-сы в сварочных технологиях: учебное пособие в 2 ч. Ч. 2 / В. П. Тимошенко, М. В. Радченко; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2017. – 132 с. http://elib.altstu.ru/eum/download/mbsp/Timoshenko_TMPST_2.pdf

6.2. Дополнительная литература

6. Ефименко Л.А., Прыгаев А.К., Елагина О.Ю. Металловедение и термическая обработка сварных соединений: Учебн. Пособие.– М.: Логос, 2007.– 456 с.: ил. (21 экз).

7. 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. Баумана, 2007. – 752 с.: ил. (40 экз.).

8. Радченко В.Г. Теория сварочных процессов (с основами физической химии): учебное пособие / В.Г. Радченко, В.П. Тимошенко, В.П. Петров, М.В. Радченко. Под ред. М.В. Радченко; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова.– Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2006.–209 с.(16 экз.).

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

9.

https://advokat73.moy.su/news/materialy_i_ikh_povedenie_pri_svarke_uchebnoe_posobie_vladimir_moiseenko/2018-01-31-116

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте

контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

| №пп | Используемое программное обеспечение |
|------------|---|
| 1 | Microsoft Office |
| 2 | FAR Manager |
| 3 | FineReader 9.0 Corporate Edition |
| 4 | LibreOffice |
| 5 | Windows |
| 6 | Антивирус Kaspersky |

| №пп | Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы |
|------------|--|
| 1 | Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru) |
| 2 | Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/) |

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|--|
| учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа |
| учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа |
| лаборатории |
| учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций |
| учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации |
| помещения для самостоятельной работы |

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов

и лиц с ограниченными возможностями здоровья».